



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH**

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

**PROJECTE D'UNA INSTAL·LACIÓ DE REG
LOCALITZAT AMB SUPORT D'ENERGIA
FOTOVOLTAICA PER A UNA PARCEL·LA DE BLAT DE
MORO D'UNA HECTÀREA A L'ALT EMPORDÀ (EN EL
MARC DE LA INVESTIGACIÓ REALITZADA PER
L'INSTITUT DE RECERCA I TECNOLOGIA
AGROALIMENTÀRI, IRTA).**

Treball final de grau

Enginyeria Agroambiental i del Paisatge

Autor: Dídac Cuadradas Jimenez

Tutor: Francisco Iranzo Iranzo

Data: setembre / 2019

Resum

El Projecte justifica el disseny a nivell executiu de les instal·lacions de reg localitzat i d'energia fotovoltaica per a una parcel·la d'una hectàrea situada a Vilarnadal (Girona).

Es tracta d'un projecte per demostrar l'aplicabilitat de l'eficiència de l'aigua en el marc de la Investigació dirigit per l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), amb el qual es pretén transmetre als agricultors la possibilitat de millorar la gestió del reg en el cultiu del blat de moro.

Aquest sistema respon a dues de les problemàtiques que presenten els regadius actuals, d'una banda, millora l'eficiència del reg i de l'altra substitueix l'ús de combustibles fòssils per energia renovable.

Paraules clau: Instal·lació de reg localitzat, energia fotovoltaica, Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries.

Resumen

El Proyecto justifica el diseño a nivel ejecutivo de las instalaciones de riego localizado y de energía fotovoltaica en una parcela de una hectárea situada en Vilarnadal (Gerona).

Se trata de un proyecto para demostrar la aplicabilidad de la eficiencia del agua en el marco de la investigación llevado a cabo por el Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (IRTA) por el cual se pretende transmitir a los agricultores, la posibilidad de mejorar la gestión del riego en el maíz.

Este sistema responde a dos de las problemáticas que presentan los regadíos actuales, por una banda, mejora la eficiencia del riego y por la otra sustituye el uso de combustibles fósiles por energía renovable.

Palabras clave: Instalación de riego localizado, energía fotovoltaica, Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria.

Abstract

This project aims at showing the design, implementation and real execution of a drip system run with photovoltaic energy installed in a plot of one hectare of land located in Vilarnadal (Gerona).

It is a project created within the framework of the Investigations that encompass Water Efficiency directed by the Institute of Research and Technology Agroalimentary (IRTA). The project and investigation intends to showcase and educate the agricultural collective about the possibilities to improve water management in maize plantations.

The design solves two major problems: water waste and pollutant energies.

Renewable and Clean Energy is incorporated into the system in order to increase water optimisation and reduce the usage of fossil fuels.

Key words: Execution of a drip system, photovoltaic energy, Institute of Research and Technology Agroalimentary.



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH**

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

**PROJECTE D'UNA INSTAL·LACIÓ DE REG
LOCALITZAT AMB SUPORT D'ENERGIA
FOTOVOLTAICA PER A UNA PARCEL·LA DE BLAT DE
MORO D'UNA HECTÀREA A L'ALT EMPORDÀ (EN EL
MARC DE LA INVESTIGACIÓ REALITZADA PER
L'INSTITUT DE RECERCA I TECNOLOGIA
AGROALIMENTÀRI, IRTA).**

Treball final de grau

Enginyeria Agroambiental i del Paisatge

**DOCUMENT NÚM. I
MEMÒRIA I ANNEXOS**

Autor: Dídac Cuadradas Jimenez

Tutor: Francisco Iranzo Iranzo

Data: setembre / 2019

MEMÒRIA

1.OBJECTE	1
2.ANTECEDENTS	1
2.2.Motivació	1
2.3.Historial de la parcel·la	2
2.4.Situació de la finca	2
3.BASES DEL PROJECTE	3
3.1.Motivacions i finalitat del projecte	3
3.2.Normativa	3
3.3.Condicionants del projecte	4
3.3.1.Condicionants externs	4
3.3.2.Condicionants interns	4
4.ENGINYERIA DEL PROJECTE	7
4.1.Sistema de reg	7
4.1.1.Disseny agronòmic	7
4.1.2.Disseny hidràulic	8
4.2.Sistema elèctric	8
5. SEGUIMENT	9
6.PRESSUPOST	10
7. BIBLIOGRAFIA	11

ÍNDIX D'ANNEXOS

Annex I.	Situació actual.
Annex II.	El clima.
Annex III.	El sòl.
Annex IV.	Aigua de reg.
Annex V.	Disseny agronòmic.
Annex VI.	Disseny hidràulic.
Annex VII.	Disseny energètic.
Annex VIII.	Proposta de cultiu i seguiment del projecte.

1. Objecte

És objecte d'aquest projecte el disseny d'una instal·lació de reg localitzat amb suport d'energia fotovoltaica, en el que regarem una parcel·la d'una hectàrea de blat de moro, a partir de cintes de reg subjectes a 12 panells solars que alimentaran una bomba submergida de 1500 W.

La parcel·la, situada com s'indica al Plànol 1, a l'Alt Empordà, es sembrarà blat de moro en la que s'instal·laran sensors de humitat i comptadors que mesuraran l'aigua consumida pel cultiu. Es tracta d'un projecte dins el marc de la investigació que porta l'institut de recerca i tecnologia agroalimentària (IRTA) en relació a l'ús eficient de l'aigua.

2. Antecedents

2.1. Motivació

Es redacta el document per una motivació personal i per altra banda facilitar les dades tècnic-econòmiques aportades pel projecte a l'estació experimental d'investigació Mas Badia.

Es pretén corroborar la millora de l'eficiència en l'ús d'aigua i de l'energia mitjançant les tecnologies proposades (reg localitzat i energia fotovoltaica) respecte els sistemes tradicionals de reg a regues o aspersió i bombaments amb motors de combustió o elèctrics dependents de la xarxa de distribució.

El IRTA Mas Badia planteja el projecte com una experiència que aportï alternatives a l'agricultura tradicional de la zona, és a dir, que trenqui una mica l'esquema general del reg típicament implantat pel blat de moro, demostrant al col·lectiu d'agricultors que fent un ús eficient de l'aigua podem igualar els rendiments del cultiu.

2.2. Historial de la parcel·la

La finca pertany a l'explotació Can Pol, una empresa familiar que s'ha dedicat durant generacions al sector de vaca de llet. En aquesta parcel·la, sempre s'hi ha conreat cereal d'hivern com Raigràs, per aprofitament farratger i captador de nitrogen al sol.

3.2. Normativa i fonts d'informació

El disseny de la instal·lació de reg es realitza d'acord amb la Normativa vigent que és:

- RD 900/2015, de 9 d'octubre pel que es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de les modalitats de subministrament d'energia elèctrica amb autoconsum y de producció amb autoconsum. Pel càlcul elèctric referent a l'autoconsum, exceptuant una instal·lació desconnectada de la xarxa.

Font d'informació:

-La informació de la caracterització topogràfica, climàtica, edàfica, hídrica i agronòmica de la zona, es facilitarà mitjançant el Institut cartogràfic de Catalunya, el servei meteorològic de Catalunya i l'IRTA Mas Badia.

3.3. Condicionants del projecte

3.3.1. Clima

Obtenció de dades climàtiques.

Les dades climàtiques emprades per la finca s'han obtingut de l'estació del Servei Meteorològic de Catalunya (SMC) ubicada a Cabanes, a 7,1 km de la parcel·la.

Temperatura.

La temperatura màxima més elevada és presenta durant el mes de juliol que arriba a 35 °C, mentre que la temperatura mínima més baixa és presenta durant el mes de desembre i gener que disminueix als -3,5 °C.

Pluviometria.

La mitjana de la precipitació anual acumulada presenta un valor de 641 mm, sent variables entre els anys. Les pluges es concentren principalment a la primavera i a la tardor.

Evapotranspiració

L'evapotranspiració de referència més elevada és durant el mes juliol, amb un valor acumulats anualment de 155 mm.

Vent.

La velocitat del vent més elevada és concentra durant el mes de febrer, assolint una mitjana màxima de 11,5 m/s. Hem de considerar però, que és un valor mitjà i que degut a la poca regularitat diürna i nocturna de la velocitat del vent no queda reflectit la tramuntana de l'Alt Empordà, ja que és capaç d'assolir ratxes superiors als 90 km/h.

Caracterització climàtica de la zona.

Per tal de caracteritzar exhaustivament el clima de la zona, es portarà a terme el càlcul de:

- La estació lliure de gelades.
- La classificació agroclimàtica de Papadakis.
- Índex del factor de pluviositat de Lang.
- Índex d'aridesa de Martone.
- Índex climàtic de potencialitat agrícola de Turc.

Tota la informació referent a les característiques climàtiques es recull detalladament a l'**Annex II**.

3.3.2. Sòl

Geologia.

La finca es situa en una depressió tectònica reblerta de sediment detrítics i roques detríctiques i carbonàtiques dipositats durant el neogen i el quaternari.

Anàlisi de sol.

El sòl del camp s'ha analitzat al laboratori EUROFINS per tal de conèixer les característiques físiques i químiques a partir d'una unitat de mostreig, la qual s'ha format per diferents mostres simples repartides de manera homogènia per el camp, a unes profunditats de 0 a 30 cm i de 30 a 60 cm.

Segons el mètode USDA s'ha classificat el sòl com a Franc-sorrenc, amb un pH moderadament bàsic que oscil·la entre 7 i 8 i un contingut de matèria orgànica elevada.

Pel que fa als nutrients del sòl, el contingut de N, P, K és elevat, i la relació C/N baixa. Per altra banda la conductivitat elèctrica no és limitant.

A més, l'estació experimental de Mas Badia, ens ha facilitat tots els elements tant de laboratori com teòrics per tal de dur a terme un anàlisi semi-quantitatiu del nitrogen nítric del sòl, amb un resultat de 276,44 kg N/ha a l'horitzó superficial i de 115,99 kg N/ha al profund. D'aquesta manera hem vist que hi ha un alt contingut de nitrogen nítric al sòl.

A l'**Annex III** es comentant detalladament els resultats dels anàlisis de sòl.

3.3.3. Aigua de reg

L'aigua de reg prové del riu Muga que s'alimenta de l'embassament Darnius Boadella i es regularitza per l'ACA (Agència Catalana de l'Aigua). Per tal de conèixer les seves característiques químiques, es va recollir una unitat de mostreig i es va portar a analitzar al laboratori EUROFINS. Respecte els resultats, no hi ha ningun paràmetre que mostri restriccions a la instal·lació:

- El pH de la mostra és de 8.
- La conductivitat elèctrica és de 0,411 dS/m.
- La pressió osmòtica és baixa.
- El contingut de sodi dissolt és de 0,3 meq/l.
- Els nivell de clorurs i sulfats són correctes.

Per tal de conèixer la seva qualitat, s'ha calculat la relació d'absorció de sodi (S.A.R) en el que s'ha pogut constatar que el risc de sodificació és baix, i que per tant no tindrem repercussions negatives al sòl, també s'ha portat a terme el càlcul de salinització, la duresa de l'aigua i la suma de cations i anions. Per finalitzar i acabar de caracteritzar la qualitat de l'aigua de reg s'han calculat els índex de Normes Riverside, H.Greene i L.V WILCOX, en el que ens ha demostrat una qualitat bona o excel·lent de reg.

Tota la informació es recull detalladament l'**Annex IV**

3.3.4. Superfície útil de cultiu.

La superfície total de la parcel·la és de 1,06 ha, però la superfície útil és de 0,96 ha amb un 3 % de pendent.

Aquests condicionants venen determinats en l'**Annex I** sobre la situació actual de la finca.

3.3.5. Condicionants hídrics

El subministrament hídric de la parcel·la prové d'un canal situat a 150 metres de la parcel·la, que mitjançant una canonada d'alumini de 110 mm de diàmetre interior condueix l'aigua fins el camp com il·lustra el **Plànol 4**.

El canal s'alimenta del riu Muga, que abasta una petita proporció de les xarxes municipals, però el seu gran pes cau en les més de 11.220 ha regables, de manera que la demanda agrícola és molt important.

L'**Annex IV** desenvolupa els condicionants hídrics que afecta al Projecte.

3.3.6. Condicionants imposats per el promotor

Aquest projecte forma part d'un assaig de reg temporal, per aquest motiu, que tots els elements que compren la instal·lació tan de reg com fotovoltaic, s'han de poder desmuntar una vegada acabat el cultiu.

La canonada principal així com la terciària i els laterals aniran al descobert. Els laterals seran cintes de reg d'un sol ús i les mànegues primàries i secundàries de polietilè de baixa densitat.

El sistema de reg estarà automatitzat a partir d'una bomba elèctrica alimentada per energia renovable.

3.3.7. Subministrament elèctric

No hi ha subministrament elèctric a peu de parcel·la, de forma que es proposa la instal·lació d'un sistema de captació d'energia solar fotovoltaica.

4. Enginyeria del projecte

4.1. Sistema de reg

4.1.1. Disseny agronòmic

En aquest apartat es realitzen els càlculs específics per el disseny agronòmic (tots els resultats exposats, es calculen a partir del disseny agronòmic tradicional seguint les indicacions de **Hernández abreu i Pizarro. F. "Normas para la redacción de riegos localizados" (1986)**) que són:

- Les necessitats totals de reg.
- Coeficient d'uniformitat.
- Dosi de disseny de reg.
- Intervals de reg.
- Nombre d'emissors per metre quadrat.
- Cabal nominal d'emissor.
- Volum de reg per emissor.
- Temps de reg.

Per tal de fer un càlcul exhaustiu de la evapotranspiració de referència, s'ha fet un anàlisi estadístic, en el que s'ha calculat la freqüència i la probabilitat acumulada diària dels 10 últims anys, essent 6,5 mm (per a més detall consultar **Annex V**)

A la **Taula 1**, es resumeixen els principals paràmetres que defineixen el disseny agronòmic.

Taula 1: Càlculs del disseny agronòmic.

Superfície per sector	4500 m ²
Marc de sembra.	0,75 x 0,15 m.
Necessitats totals de reg.	79,4 m ³ /ha/dia.
Coefficient d'uniformitat.	90%.
Dosi de reg.	7,94 L/m ² .
Intervals de reg.	1 dia.
Numero d'emissors per metre quadrat.	2,22 e/m ² .
Cabal nominal per emissor.	1,05 L/h.
Volum de reg per emissor.	3,5 L.
Temps de reg.	3,3 hores.
Percentatge d'àrea mullada.	2,86 %.

Tots els resultats es justifiquen a l'**Annex V**.

4.1.2. Disseny hidràulic

Els càlculs i els resultats obtinguts s'especifiquen a l'**Annex VI**. El **Plànol 3** mostra l'esquema i les característiques de treball per el conjunt de les canonades i elements singulars:

- Laterals: Els ramals seran cintes de reg amb emissors de 1,05 L/h i una pressió nominal de 1 bar.
- Terciàries: Seran de polietilè de baixa densitat amb un diàmetre interior de 76 mm, pressió nominal de 3 bars i una separació de 1,5 metres entre laterals.
- Primària: Una canonada d'alumini de 110 mm de diàmetre interior.

Per els càlculs de la canonada terciària i els laterals de reg es tindrà en compte que la parcel·la es dividirà en 2 sectors amb una superfície de 4500 m² respectivament.

Els elements singulars de la instal·lació es mostren en el **Plànol 3**, que consten de:

- Un capçal de reg
- Una vàlvula de papallona manual
- Dos filtres d'anelles
- Un comptador Waltman
- Dos electrovàlvules connectades a un programador de reg de 2 estacions.

La bomba serà submergida de tipus llapis i recollirà aigua del canal gros, amb una potència de 1,5 kW i un cabal nominal de 14,4 m³/hora.

4.2. Sistema elèctric

Els càlculs i les característiques tècniques de cada element s'especifiquen a l'**Annex VII**. L'esquema unifilar de la instal·lació apareix al **Plànol 5**.

Cada panell solar té una potència màxima de 275 W, s'ha considerat una irradiació mitjana durant els mesos d'estiu segons, **Marta Tudel i Guillem Masip (2011), *Energia solar fotovoltaica, col·lecció quadern pràctic Número 4***, de 0,733 W/m² i un rendiment del 65%. D'aquesta manera i a partir dels càlculs realitzats a l'**Annex VII**, es necessitarà un total de 2 mòduls en sèrie de 6 plaques cada un connectades en paral·lel, per tal d'alimentar una bomba de 2CV (1,5 KW) de potència

Els elements que formen part del bombament, són:

- Plaques fotovoltaïques
- Variador de freqüència
- Bomba submergida de classe llapis.

5. Seguiment del projecte

Al tractar-se d'un projecte experimental és imprescindible fer ús d'aparells que ens determinin els paràmetres que anunciem a continuació:

Per el càlcul dels metres cúbics consumits per sector, utilitzarem:

- Cabalímetre de molinet (tipus Walkman).
- Cabalímetre digital.

Per la lectura del volum que ocupa l'aigua al sòl, instal·larem:

- Data loggers. Sondes, que via radio, ens indicaran el contingut d'aigua al sòl.

És important que cada un d'aquests aparells estiguin situats en un lloc representatiu del camp.

Aquests elements estan representats al **Plànol 3** i tota la informació es recull detalladament l'**Annex VIII**.

6. Pressupost

En el **Document III**, es presenta el pressupost detallat. A continuació es mostra el resum general.

Capítol 1	Adequació de la parcel·la	157 €
Capítol 2	Cultiu	100 €
Capítol 3	Instal·lació de reg	6.041 €
Capítol 4	Instal·lació elèctrica	1.163,91 €

Total pressupost de material (PEM): **7.461,91 €**

13 % Despeses generals 970,04 €

6 % Benefici industrial 447,71 €

Suma de D.D.G.G i B.I **1.417,75 €**

21 % I.V.A 1864,72 €

Total execució per contrata (PEC): **10.744,38 €**

El present pressupost per contracta és de deu mil set-cents quaranta-quatre amb trenta-vuit euros.

Castelldefels, setembre del 2019

L'alumne Dídac Cuadradas Jimenez

7. Bibliografia

Pere Villar Mir i Josep M. Villar Mir (2016). *Guia de la fertilització dels sòls i la nutrició vegetal en producció integrada*.

Juan Cánovas. *Calidad agronómica de las aguas de riego*.

Yáñez, J. (1989). *Análisis de suelos y su interpretación. Horticultura: Revista de industria, distribución y socioeconomía hortícola: frutas, hortalizas, flores, plantas, árboles ornamentales y viveros*.

Angélica Sadzauka R. (2006). *Métodos de análisis de aguas para riego. Instituto de investigación agropecuarias*.

Pizarro Cabello, F. (1996). *Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF): goteo, microaspersión y exudación*. Madrid: Mundi-Prensa.

Marta Tudel i Guillem Masip (2011). *Energia solar fotovoltaica. Col·lecció quadern pràctic Número 4*.

Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. ICGC. <http://www.icc.cat/vissir3/>

Servei Meteorològic de Catalunya. METEOCAT. <http://www.meteo.cat/wpweb/serveis/cataleg-de-serveis/dades-meteorologiques/>

Rural cat. <https://ruralcat.gencat.cat/web/quest/agrometeo.estacions>.

Agència Catalana de l'aigua. <http://aca.gencat.cat/ca/inici>.

NETAFIM, para riego. <https://www.netafim.com.mx/products-and-solutions/product-offering/flexible-and-pe-pipes/>

ANNEX I: SITUACIÓ ACTUAL

1.	OBJECTE	1
2.	DESCRIPCIÓ DE LA PARCEL·LA	1
2.1.	Identificació de la parcel·la	3
2.2.	Altitud, pendent i distància al mar	4
2.3.	Localització i accés	4
3.	RECURSOS HÍDRICS DISPONIBLES	5
4.	RECURSOS ENERGÈTICS	5

1. Objecte

L'objecte principal d'aquest projecte, és el disseny d'una instal·lació de reg localitzat amb suport d'energia renovable, per a una parcel·la d'una hectàrea de blat de moro.

Aquesta Annex descriu la situació actual de la parcel·la i els seus recursos i serveis.

2. Descripció de la parcel·la

La finca pertany al poble de Vilarnadal que es situa al terme municipal de Masarac a l'Alt Empordà, amb les següents coordenades UTM: 31N / ETRS89:

E (X): 495.932,9 m

N (Y): 4.687.463,5 m

La parcel·la té una superfície total de 1,06 ha i la seva superfície útil de cultiu és de 0,96 ha.

Aquesta parcel·la, conjuntament amb les que es mostren la **Figura 1**, formen part de l'explotació de Can Pol dedicada a la cria de vaca de llet.

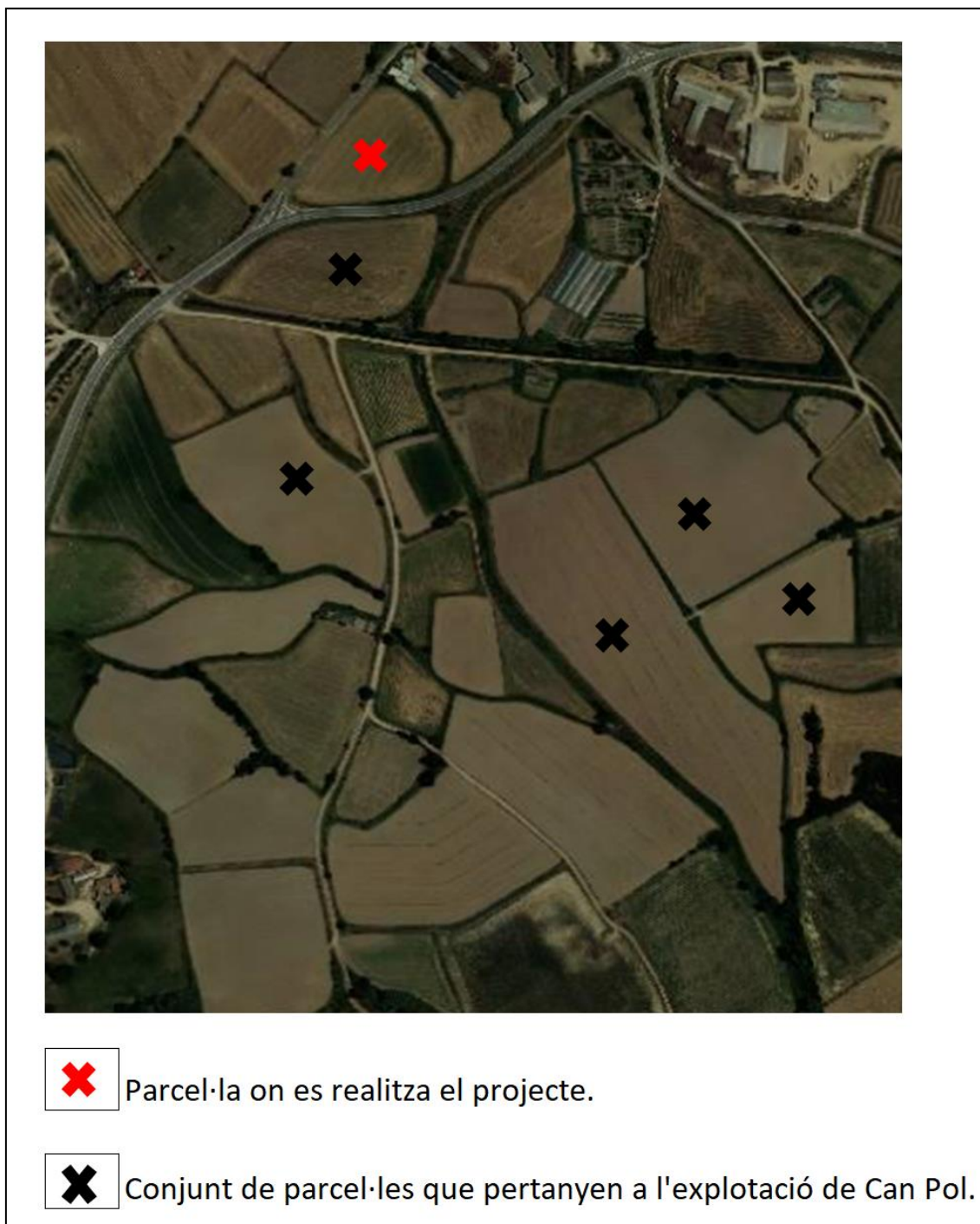


Figura 1: Parcel·les que formant part de l'explotació de Can pol.

Font: Sigpac.

2.1. Identificació de la parcel·la

En aquesta parcel·la el cultiu precedent acostuma a ser un cereal d'hivern com el Raigràs, però el cultiu principal és el blat de moro per ensitjar.

La comunitat de regants del marge esquerre de la Muga classifica aquesta parcel·la com a secà, ja que cau al marge dret del canal i dificulta la instal·lació de reg degut al pendent positiu des de la font d'abastament.

La necessitat d'instal·lar bombes de gasoil, per impulsar l'aigua de reg per un cultiu de regadiu, com és el blat de moro, és un problema a tenir en compte pel propietari degut al l'elevat cost de producció.



Figura 2: Delimitació de la zona regable de la comunitat de regants¹ (CCRR) del marge esquerre de la Muga a el poble de Vilarnadal.

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades subministrades des de la comunitat de regants.

La comunitat de regants¹ és una corporació que agrupa el dret públic dels regants i altres usuaris amb dret d'utilitzar una determinada concessió d'aigües públiques, tant superficials com subterrànies.

La plataforma SIGPAC divideix la parcel·la en 3 recintes. No obstant això, totes pertanyen a la mateixa zona.

Taula 1. - Resum del total de dades extretes de la parcel·la.

Font: SIGPAC

TOTAL DE LA PARCEL·LA			
Província		Girona	
Municipi		Masarac	
Agregat	0	Zona	0
Polígon	4	Parcel·la	138, 139 i 140
Ús		Superfície (ha)	Pendent (%)
Terres arables		0,96	3,2
Pastura arbustiva		0,106	7,4

2.2. Altitud, pendent i distància al mar

El camp té una altitud de 35 msnm, amb un pendent del 3,2 % i una distància de 17,15 km en línia recta des del mar.

2.3. Localització i accés

La localització de la parcel·la tal com s'ha dit a la descripció de la mateixa es al municipi de Masarac. L'accés a la parcel·la es troba a l'entrada del municipi en sentit Oest, a través de la N-II direcció La Jonquera, girant a la dreta per carretera GIV-6026 direcció Sant Climent de Sescebes, Vilarnadal, Espolla i Marsac, a 2,3 km. L'entrada a la parcel·la queda a l'esquerra, al creuament de GIV-6026 amb camí de Figueres, just abans d'arribar a Vilarnadal.

3. Recursos hídrics disponibles

Les necessitats hídriques de la zona s'abasteixen a partir de la concessió d'aigua del Canal Gros gestionat per la comunitat de regants, del marge esquerre de la Muga, el canal s'abasteix per l'embassament Darnius Boadella i es situa a 150 metres del capçal de reg de la parcel·la.

4. Subministrament energètic

La distància de la parcel·la a el sòl urbà ha fet inviable econòmicament la possibilitat de la connexió a una xarxa elèctrica.

Aquesta situació fa que moltes explotacions agrícoles utilitzin generadors elèctrics.

El que nosaltres proposem, és el subministrament elèctric a partir d'energia renovable i autònoma. Degut a l'actual desenvolupament de la tecnologia solar fotovoltaica, podem plantejar la utilització de panells fotovoltaics per activar el funcionament d'una bomba submergida dins el canal.

1. OBJECTE	1
2. ELECCIÓ DE L'OBSERVATORI	1
3. TEMPERATURA	2
4. PLUVIOMETRIA	2
4.1. Pluviometria total.....	2
4.2. Dies de pluja	3
5. PERÍODE FRED	4
6. VENT	5
7. EVAPOTRANSPIRACIÓ DE REFERÈNCIA (ETO)	6
8. CARACTERITZACIÓ CLIMÀTICA DE LA ZONA	7
8.1 Estació lliure de gelades.	7
8.2 Classificació agroclimàtica de Papadàkis.....	12
8.3 Índex o factor de pluviositat de Lang (1925).....	12
8.4 Índex d'aridesa de Martone (1926).....	13
8.5 Índex climàtic de potencialitat agrícola de Turc.....	14
9. BALANÇ HÍDRIC	16

1. Objecte

L'objecte principal d'aquest projecte, és el disseny d'una instal·lació de reg localitzat amb suport d'energia renovable, per a una parcel·la d'una hectàrea de blat de moro.

En aquest Annex es situa l'observatori on recollim les dades, la lectura i la interpretació de la temperatura, pluviometria, període fred, el vent i l'evapotranspiració de referència de la parcel·la, a més de la caracterització climàtica de la zona i el balanç hídric del cultiu.

2. Elecció de l'observatori

Les dades meteorològiques de la parcel·la de Vilarnadal s'han d'obtingut des de les plataformes; Ruralcat, la comunitat virtual agroalimentària de la generalitat de Catalunya (www.ruralcat.cat) i la Servei meteorològica de Catalunya (<http://www.meteo.cat/>).

Per escollir la zona més representativa, primer s'ha tingut en compte la proximitat entre les estacions més properes de la parcel·la, les quals han estat la de Cabanes i la de Sant Pere pescador, que estan a una distància quilomètrica de 7,1 i 10,3 quilòmetres, a més de la similitud més significativa entre el clima de la parcel·la i les dades que s'obtenen de les estacions anteriorment esmentades. L'escollida ha estat Cabanes.

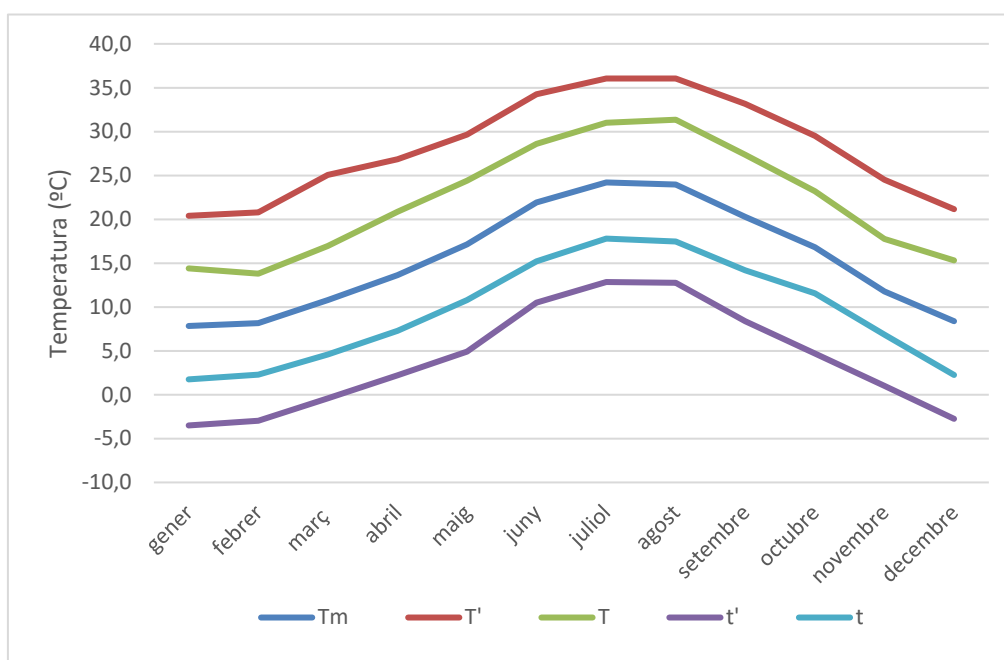
Codi	U1
Municipi	Cabanes
Comarca	L'Alt Empordà
X UTM (m)	496276
Y UTM (m)	683806
Altitud (m)	31
Data inici	11/06/1991

Taula 1: Dades de l'estació automàtica de Cabanes.

Font: Servei meteorològic de Catalunya.

3. Temperatura

Els mesos més calorosos són juliol i agost amb una temperatura mitjana de 20°C a 25 °C i una màxima de 35°C. Els mesos més freds són desembre, gener i febrer amb una temperatura mitjana de 7°C i una mínima de -3,5°C.



Gràfic 1: Evolució mitjana mensual de les temperatures a l'estació de Cabanes, anys 2009-2018.

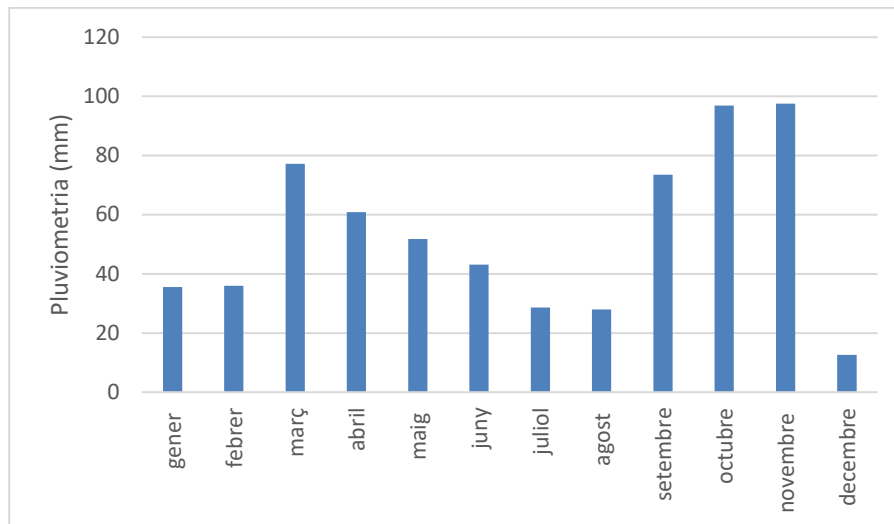
Font: Servei Meteorològic de Catalunya.

Tm= Temperatura mitjana mensual; **T**= Temperatura mitjana de les màximes mensuals; **T'**= temperatura mitjana de les màximes absolutes mensuals; **t** = temperatura mitjana de les mínimes mensuals; **t'**= Temperatura mitjana de les mínimes absolutes mensuals (totes les dades de temperatura estan donades en °C i els anuals són la mitjana de tots els mesos).

4. Pluviometria

4.1. Pluviometria total

La pluviometria acumulada és de 641 mm anuals, principalment, durant la primavera i a la tardor amb 190 mm acumulats durant el mes d'octubre i novembre. Els estius i hiverns són secs.

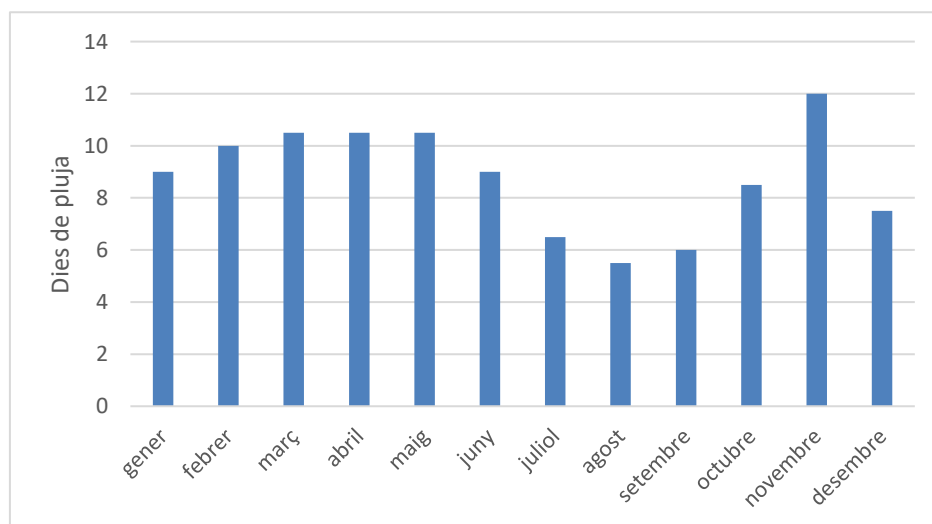


Gràfic 3; Pluviometria acumulada mensual, a l'estació de Cabanes, anys 2009-2018.

Font: Servei Meteorològic de Catalunya.

4.2. Dies de pluja

De mitjana hi han 105 dies de pluja acumulats anualment, repartits la majoria durant els mesos de tardor i primavera.



Gràfic 4; Dies de pluja a Cabanes, anys 2009-2018.

Font: Servei Meteorològic de Catalunya

5. Període fred

El període fred té inici des del primer dia que presenta temperatures mínimes inferiors als 0°C, fins l'últim.

A continuació es presenta el període fred en % de probabilitats durant l'inici i el tancament del mes.

Inici:

Gener:

- Hi ha un 90% de probabilitats de que l'inici de gelades sigui la primera quinzena.
- Hi ha un 10% de probabilitats de que l'inici de gelades sigui la segona quinzena.

Tancament:

Febrer:

- Hi ha un 20% de probabilitats de que el tancament de gelades sigui la segona quinzena.

Març:

- Hi ha un 20% de probabilitats de que el tancament de gelades sigui la primera quinzena.
- Hi ha un 50% de probabilitats de que el tancament de gelades sigui la segona quinzena.

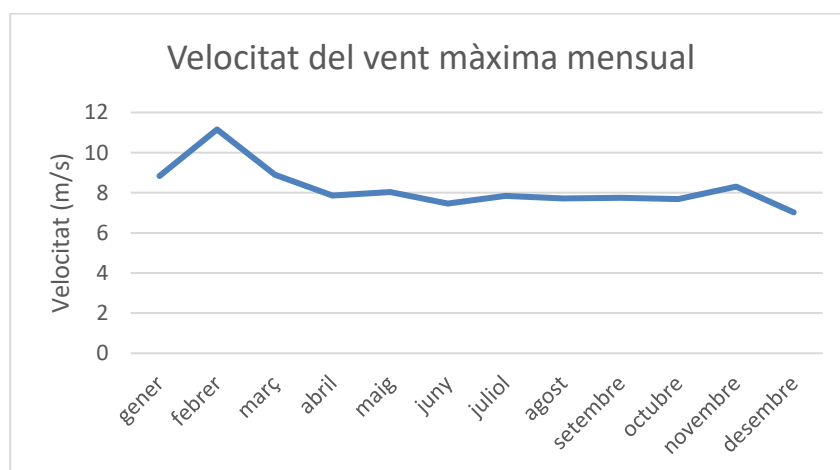
Abril:

- Hi ha un 10% de probabilitats de que el tancament de gelades sigui la primera quinzena.

6. Vent

El vent és un factor de màxima importància a la comarca de l'Alt Empordà, essent la Tramuntana (direcció N-NW) que es concentra els mesos de gener a març (**Gràfic 7**) i disminueix la resta de l'any, amb un valor màxim mitjà mensual de 11,5 m/s durant el mes de febrer.

La rosa dels vents (**Figura 1**), indica una predominança dels vents del nord, especialment durant la tardor i l'hivern. En segon lloc trobem els vents del sud i sud-oest, més càlids i humits.



Gràfic 7: Mitjana màxima mensual de la velocitat escalar del vent a 2m a Cabanes, anys 2009-2018.

Font: Elaboració pròpia amb dades extretes de la xarxa meteorològica de Catalunya.

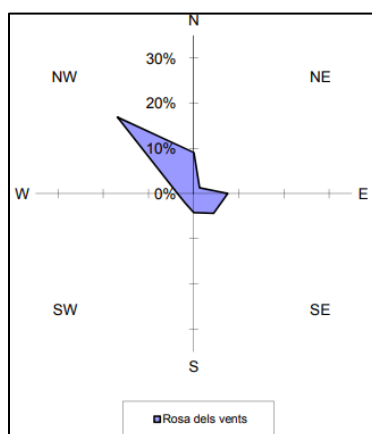


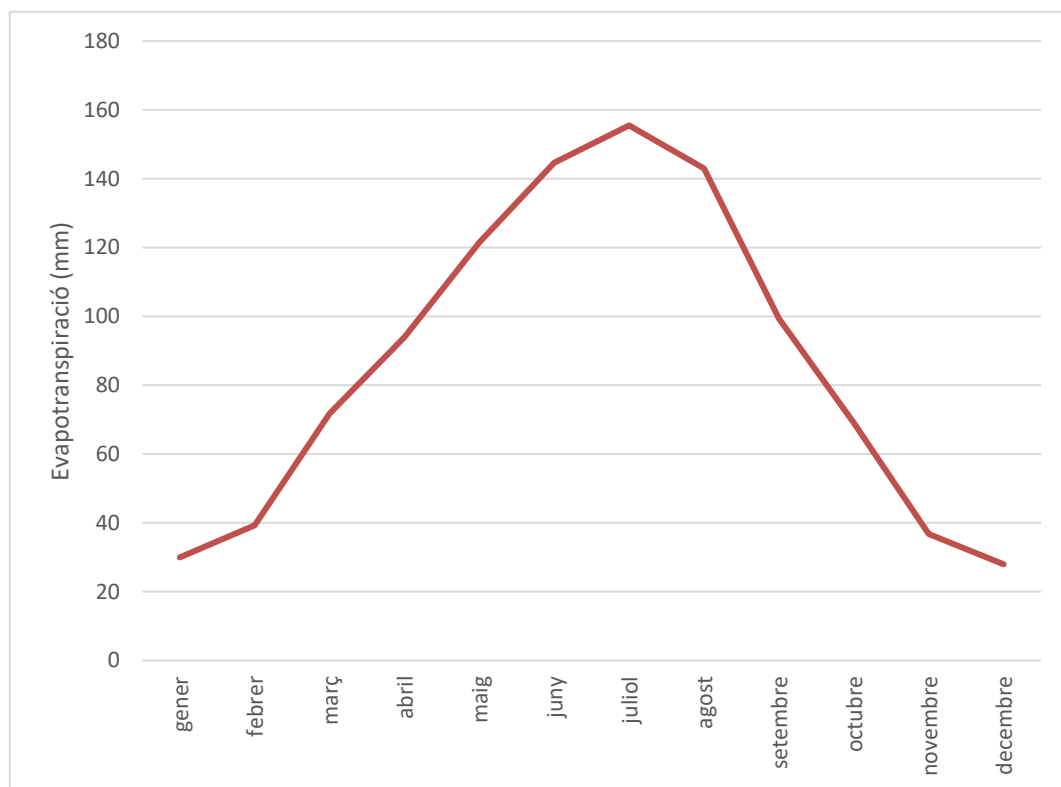
Figura 1: Rosa dels vents (Any 2018).

Font: Servei meteorològic de Catalunya.

7. Evapotranspiració de referència (Eto)

L'evapotranspiració s'ha obtingut de la Comunitat virtual agroalimentària del món rural. Aquest servei utilitza el mètode FAO-56 Penman-Monteith.

L'evapotranspiració anual acumulada és de 1032 mm, que durant els mesos d'estiu és més elevada, amb una màxima de 155 mm el mes de juliol.



Gràfic 6: Evapotranspiració acumulada anualment a Cabanes, anys 2009-2018.

Font: Rural cat, la comunitat virtual agroalimentària de la generalitat de Catalunya.

8. Caracterització climàtica de la zona

8.1 Estació lliure de gelades.

Les gelades constitueixen un dels fenòmens ambientals que causen afectacions greus a l'agricultura arreu del món. Per tant és indispensable conèixer la seva data d'inici i final. El resultat d'aquesta aplicació es basa en termes probabilístics.

Els intervals dels períodes analitzats, són temperatures mitjanes mínimes de; $>0^{\circ}\text{C}$, $>2^{\circ}\text{C}$ i $>7^{\circ}$.

A continuació es mostren els resultats i la **Gràfica 8** de suport.

- Període amb risc de gelades $>0^{\circ}\text{C}$

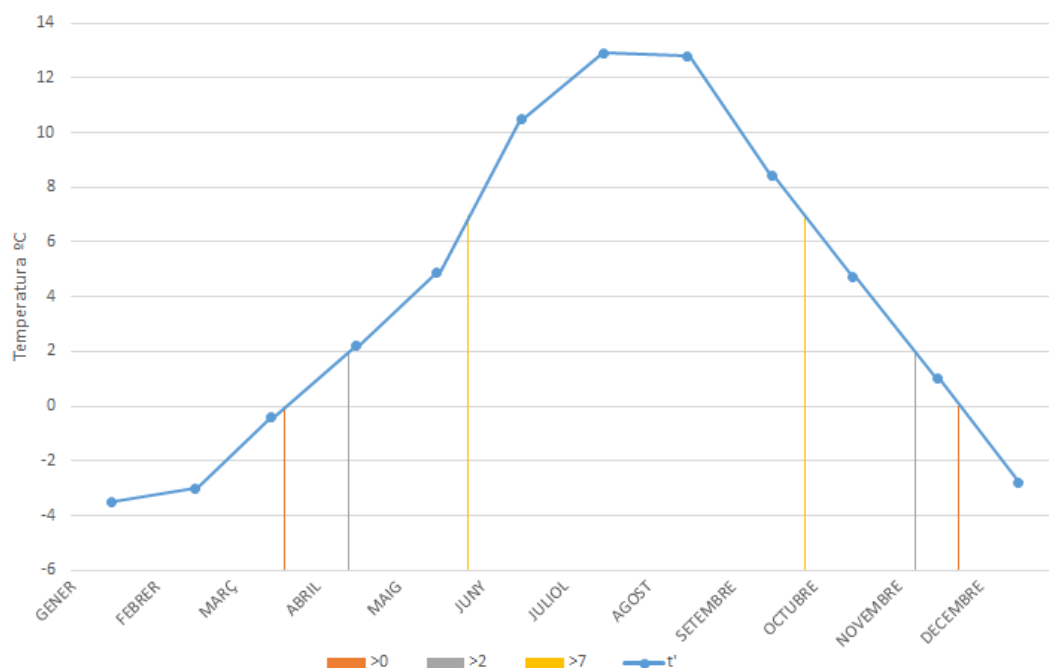
8,5 mesos (Del 20 de març al 7 de desembre)

- Període amb risc de gelades $>2^{\circ}\text{C}$

7,8 mesos (Del 12 d'abril al 24 d'octubre)

- Període amb risc de gelades $>7^{\circ}\text{C}$

4 mesos (Del 11 de maig al 12 de setembre)



Gràfic 8: Representació gràfica del període lliure de gelades, anys 2009 – 2018.

Font: Elaboració pròpia amb les dades del Servei meteorològic de Catalunya.

A continuació es justifica la metodologia utilitzada. La **Taula 2** mostra les mitjanes dels últims 9 anys, a partir de les dades que s'han obtingut del servei meteorològic de Catalunya, a partir d'aquí les **Figures 2-7** mostren els càlculs teòrics.

Taula 2: Fitxa agro-climàtica de l'Estació Meteorològica automàtica de Cabanes, anys 2009 a 2018.

Font: Servei meteorològic de Catalunya.

	gener	febrer	març	abril	maig	juny	juliol	agost	setembre	octubre	novembre	desembre	Any
Tm	7,8	8,2	10,8	13,6	17,1	21,9	24,2	24,0	20,3	16,8	11,8	8,4	15,4
T'	20,4	20,8	25,1	26,9	29,7	34,3	36,1	36,1	33,2	29,5	24,5	21,2	28,1
T	14,4	13,8	17,0	20,9	24,4	28,6	31,0	31,4	27,4	23,2	17,8	15,3	22,1
t'	-3,5	-3,0	-0,4	2,2	4,9	10,5	12,9	12,8	8,4	4,7	1,0	-2,8	4
t	1,8	2,3	4,6	7,3	10,8	15,2	17,8	17,5	14,2	11,6	6,9	2,3	9,3

- Estació mitja lliure de gelades quan $t' > 0^{\circ}\text{C}$

Inici: -Març: $-0,4^{\circ}\text{C}$

-Abril: $2,2^{\circ}\text{C}$

- $0,4 - 2,2 = 2,6^{\circ}\text{C}$
- $0 - (-0,4) = 0,4^{\circ}\text{C}$
- $\frac{2,6^{\circ}\text{C}}{31 \text{ dies}} = \frac{0,4^{\circ}\text{C}}{x \text{ dies}} \quad x = 5 \text{ dies}$
- $15 \text{ de març} + 5 \text{ dies} = 20 \text{ de març}$

L'inici del període lliure de gelades començarà el dia 20 de març

Figura 2: Inici estació lliure de gelades quan $t' > 0^{\circ}\text{C}$.

Font: Elaboració pròpia.

Tancament: -novembre: 1°C

-desembre: $-2,8^{\circ}\text{C}$

- $1 - (-2,8) = 3,8^{\circ}\text{C}$
- $0 - 1 = 1^{\circ}\text{C}$
- $\frac{3,8^{\circ}\text{C}}{31 \text{ dies}} = \frac{1^{\circ}\text{C}}{x \text{ dies}} \quad x = 8 \text{ dies}$
- $15 \text{ de desembre} - 8 \text{ dies} = 7 \text{ de desembre}$

El tancament del període lliure de gelades serà el 7 de desembre

Figura 3: Tancament estació lliure de gelades quan $t' > 0^{\circ}\text{C}$.

Font: Elaboració pròpia.

- Estació disponible lliure de gelades quan $t' > 2^{\circ}\text{C}$

Inici: -març: $-0,4^{\circ}\text{C}$

-abril: $2,2^{\circ}\text{C}$

- $0,4 - 2,2 = 2,6^{\circ}\text{C}$
- $2 - (-0,4) = 2,4^{\circ}\text{C}$
- $\frac{2,6^{\circ}\text{C}}{31 \text{ dies}} = \frac{2,4^{\circ}\text{C}}{x \text{ dies}} \quad x = 28 \text{ dies}$
- $15 \text{ de març} + 28 \text{ dies} = 12 \text{ d'abril}$

L'inici del període lliure de gelades començarà el dia 12 d'abril

Figura 4: Inici estació lliure de gelades quan $t' > 2^{\circ}\text{C}$.

Font: Elaboració pròpia.

Tancament: -octubre: $4,7^{\circ}\text{C}$

-novembre: 1°C

- $4,7 - 1 = 3,7^{\circ}\text{C}$
- $2 - 4,7 = 2,7^{\circ}\text{C}$
- $\frac{3,7^{\circ}\text{C}}{30 \text{ dies}} = \frac{2,7^{\circ}\text{C}}{x \text{ dies}} \quad x = 22 \text{ dies}$
- $15 \text{ de novembre} - 22 \text{ dies} = 24 \text{ d'octubre}$

El tancament del període lliure de gelades començarà el dia 24 d'octubre

Figura 5: Tancament estació lliure de gelades quan $t' > 2^{\circ}\text{C}$.

Font: Elaboració pròpia.

- Estació mínima lliure de gelades quan $t' > 7^{\circ}\text{C}$

Inici: -maig: $4,9^{\circ}\text{C}$

-juny: $10,5^{\circ}\text{C}$

- $10,5 - 4,9 = 5,6^{\circ}\text{C}$
- $7 - 4,9 = 2,1^{\circ}\text{C}$
- $\frac{5,6^{\circ}\text{C}}{30 \text{ dies}} = \frac{2,1^{\circ}\text{C}}{x \text{ dies}} \quad x = 11 \text{ dies}$
- 15 de maig + 11 dies = 26 de maig

L'inici del període lliure de gelades començarà el dia 26 de maig

Figura 6: Inici estació lliure de gelades quan $t' > 7^{\circ}\text{C}$.

Font: Elaboració pròpia.

Tancament: -setembre: $8,4^{\circ}\text{C}$

-octubre: $4,7^{\circ}\text{C}$

- $8,4 - 4,7 = 3,7^{\circ}\text{C}$
- $7 - 8,4 = 1,4^{\circ}\text{C}$
- $\frac{3,7^{\circ}\text{C}}{31 \text{ dies}} = \frac{1,4^{\circ}\text{C}}{x \text{ dies}} \quad x = 12 \text{ dies}$
- 15 de setembre + 12 dies = 27 de setembre

El tancament del període lliure de gelades començarà el dia 27 de setembre

Figura 7: Tancament estació lliure de gelades quan $t' > 7^{\circ}\text{C}$.

Font: Elaboració pròpia.

8.2. Classificació agroclimàtica de Papadàkis

-Regim tèrmic:

Tipus d'hivern: *Avena càlid (Av)*

-t' del mes més fred: -3,5 entre -10°C i -2,5°C

-Tm del mes més fred: 7,8°C > 4°C

-T del mes més fred: 14,4°C > 10°C

Tipus d'estiu: *Blat de moro (M)*

-Durada de l'estació lliure de gelades en mesos: 7,8 > 4,5 (m)

-Mitjana de les T dels n mesos més càlids: 27,6°C > 21°C

-Règim d'humitat: *Mediterrani sec (Me)*

-Tipus climàtic: *Mediterrani temperat*

Amb aquesta classificació es determina que l'estiu es suficientment càlid pel cultiu de blat de moro. La pluja d'hivern és inferior a la d'estiu i el clima no és ni desèrtic ni humit.

8.3. Índex o factor de pluviositat de Lang (1925)

Zona humida d'estepa i sabana, atenent a la Taula 3.

$$I_L = \frac{P}{T_m} = \frac{641,5}{15,4} = 41,65$$

Taula 3: Zones climàtiques segons l'índex de Lang

Font: Elaboració pròpia a partir dels apunts extrets de classe.

Valor de Índex	Zones climàtiques
0-20	Zona desèrtica
20-40	Zona àrida
40-60	Zona humida d'estepa i sabana
60-100	Zona humida de boscos clars
100-160	Zona humida de boscos densos
> 160	Zona hiper-humida de prats i tundres

8.4 Índex d'aridesa de Martone (1926)

El següent càlcul segons indica l'Índex d'aridesa de Martone dona un resultat de 25,25, classificant la zona com a vessament continu amb possibilitat de cultiu sense reg. (**Taula 4**).

$$I_M = \frac{P}{T_m + 10} = \frac{641,5}{25,4} = 25,25$$

Taula 3: Zones climàtiques segons l'índex de Lang.

Font: Elaboració pròpia a partir dels apunts extrets de classe.

Valor de Índex	Zones climàtiques
0-5	Desert
5-10	Estepa deserta amb possibilitat de cultiu de reg
10-20	Zones de transició amb vessaments temporals
20-30	Vessament continu amb possibilitat de cultiu sense reg
30-40	Vessament fort i continu que permet bosc
> 40	Excés de vessament

8.5 Índex climàtic de potencialitat agrícola de Turc

El càlcul d'aquest índex pel secà i regadiu permet estimar els increments de la producció que tindrien lloc com a resultat de la posada en marxa del regadiu a la parcel·la. Per interpretar visualment els resultats, es presta el **Gràfic 9**, on veiem que durant els mesos més secs, la parcel·la amb subministrament hídric envers la secà incrementa la productivitat del cultiu. Això és degut a les diferències que presenten l'Índex heliotèrmic i la CA.

$$C.A = HT * Fs = Ft * Fh * Fs$$

On;

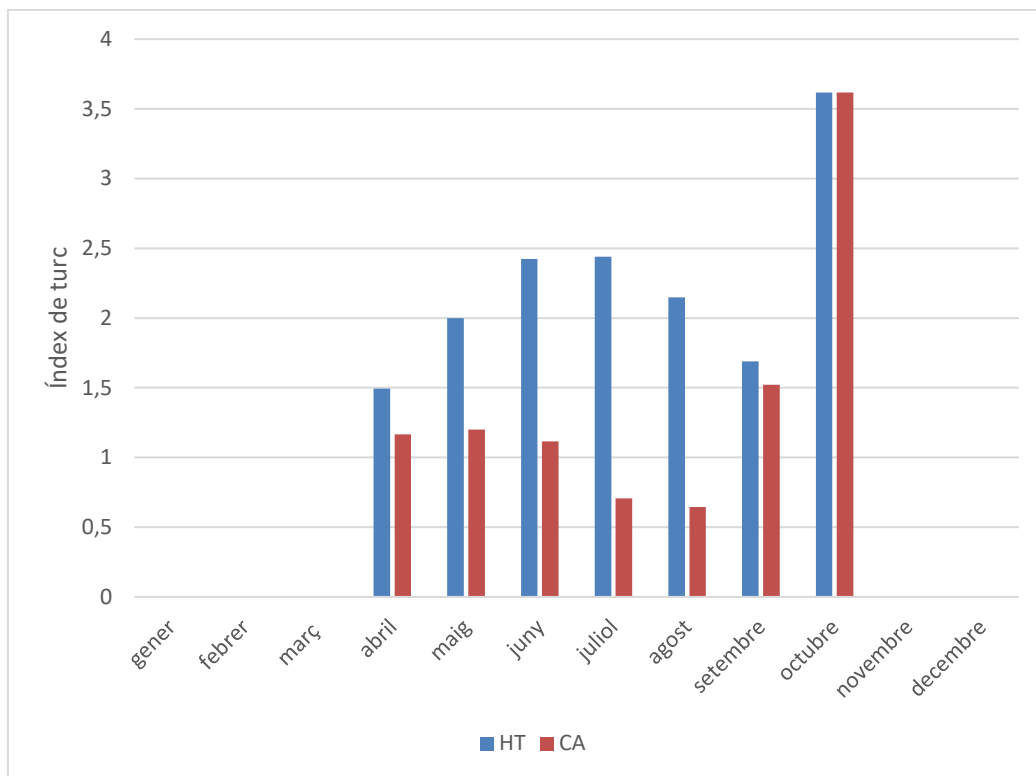
HT: Índex heliotèrmic

Fs: Factor sequedat

C.A Índice climático de Turc

Fh: Factor solar

Ft: Factor tèrmic



Gràfic 9: Índex potencial de Turc.

Font: Elaboració pròpia.

La classificació agroclimàtica de Papadakis¹ (1966) té molt en compte les necessitats tèrmiques i hídriques dels conreus. És una classificació que dona una descripció dels requeriments específics de cada cultiu. És la classificació emprada pel Ministeri d'Agricultura, pesca i Alimentació.

Índex o factor de pluviositat de Lang² (1925) és un estimador d'eficiència de la precipitació en relació amb la temperatura, es considera com un índex d'humitat o aridesa, segons s'interpreti.

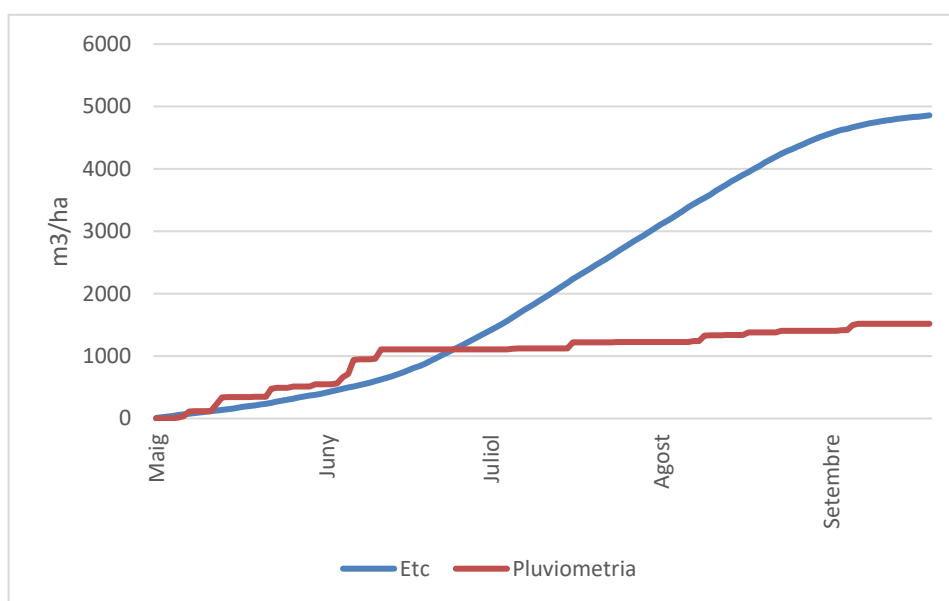
Índex d'aridesa de Martone³ (1926) és un índex bioclimàtic que permet classificar l'aridesa de la zona, podent plantejar una posterior relació amb la desertificació present del sòl.

Índex climàtic de potencialitat agrícola de Turc⁴ permet determinar i comparar la potencialitat agrícola de varies zoes establint una relació entre produccions agrícoles i dades climàtiques.

9. Balanç hídric

Tenint en compte els requeriments hídrics del blat de moro en els mesos de màximes necessitats hídriques i la precipitació de la parcel·la on es sembrarà, es realitza el balanç hídric.

Les precipitacions acumulades no abasteixen les necessitats hídriques del blat de moro, això és especialment important durant els mesos de juliol, agost i setembre, on es veu clarament que el reg és un factor indispensable, passant els 3000 m³/ha. Un mala gestió del reg en aquesta època podria influir clarament en la producció del gra. És per això que serà indispensable la instal·lació d'un sistema de reg per abastar les necessitats hídriques del cultiu



Gràfic 5: Evolució de la pluviometria i la Etc en el Blat de moro, anys 2009-2018.

Font: Rural cat, la comunitat virtual agroalimentària de la generalitat de Catalunya i IRTA Mas Badia.

1. OBJECTE	1
2. GEOLOGIA DE LA COMARCA DE L'ALT EMPORDÀ	1
3. CARACTERITZACIÓ DEL SÒL DE LA PARCEL·LA	4
3.1. Material i presa de mostres.....	4
3.2. Anàlisi de sòl	5
3.2.1. Resultats del laboratori	5
3.2.2. Anàlisi semi-quantitatiu de nitrogen nítric. Metodologia	7
3.3. Interpretació dels resultats de l'anàlisi de sòl	11
3.3.1. Parametres físics.....	11
3.3.1.1. Classe textural.....	11
3.3.1.2. Determinació de la classe textural	11
3.3.1.3. Determinació del punt de marciment permanent	12
3.3.1.4. Quantificació de l'aigua útil.....	14
3.3.2. Parametres químics.....	15
3.3.2.1. Capacitat d'intercanvi catiònic.....	16
3.3.2.2. pH.....	16
3.3.2.3. Carbonats	16
3.3.2.4. Conductivitat elèctrica	16
3.3.2.5. Matèria orgànica.....	16
3.3.2.6. Nitrogen kjeldahl.....	17
3.3.2.7. Nitrogen nítric	17
3.3.2.8. Fòsfor.....	17
3.3.2.9. Potassi	17
3.3.2.10. Magnesí	17
3.3.2.11. Calci extraïble	18
3.3.2.12. Sodi de canvi.....	18
3.3.2.13. Relació C/N	18

1. Objecte

L'objecte principal d'aquest projecte, és el disseny d'una instal·lació de reg localitzat amb suport d'energia renovable, per a una parcel·la d'una hectàrea de blat de moro.

És objecte d'aquest Annex la geologia de la comarca de l'Alt Empordà i la caracterització del sòl de la parcel·la.

2. Geologia de la comarca de l'Alt Empordà

L'Alt Empordà està situat, en bona part, en una depressió tectònica reblerta de sediments dipositats durant el neogen (roques detrítiques i carbonàtiques) i el quaternari (sediments detrítics), aquests últims estan ben desenvolupats a les valls del Fluvià i de la Muga i en menor extensió a les del Manol i la riera d'Àlguema; també es troben als vessants i peus de muntanya. Per una altra part, a les muntanyes del cap de Creus i l'Albera hi dominen els sediments dipositats durant el paleozoic (roques metamòrfiques, ígnies i gneis) (**Figura 1**).

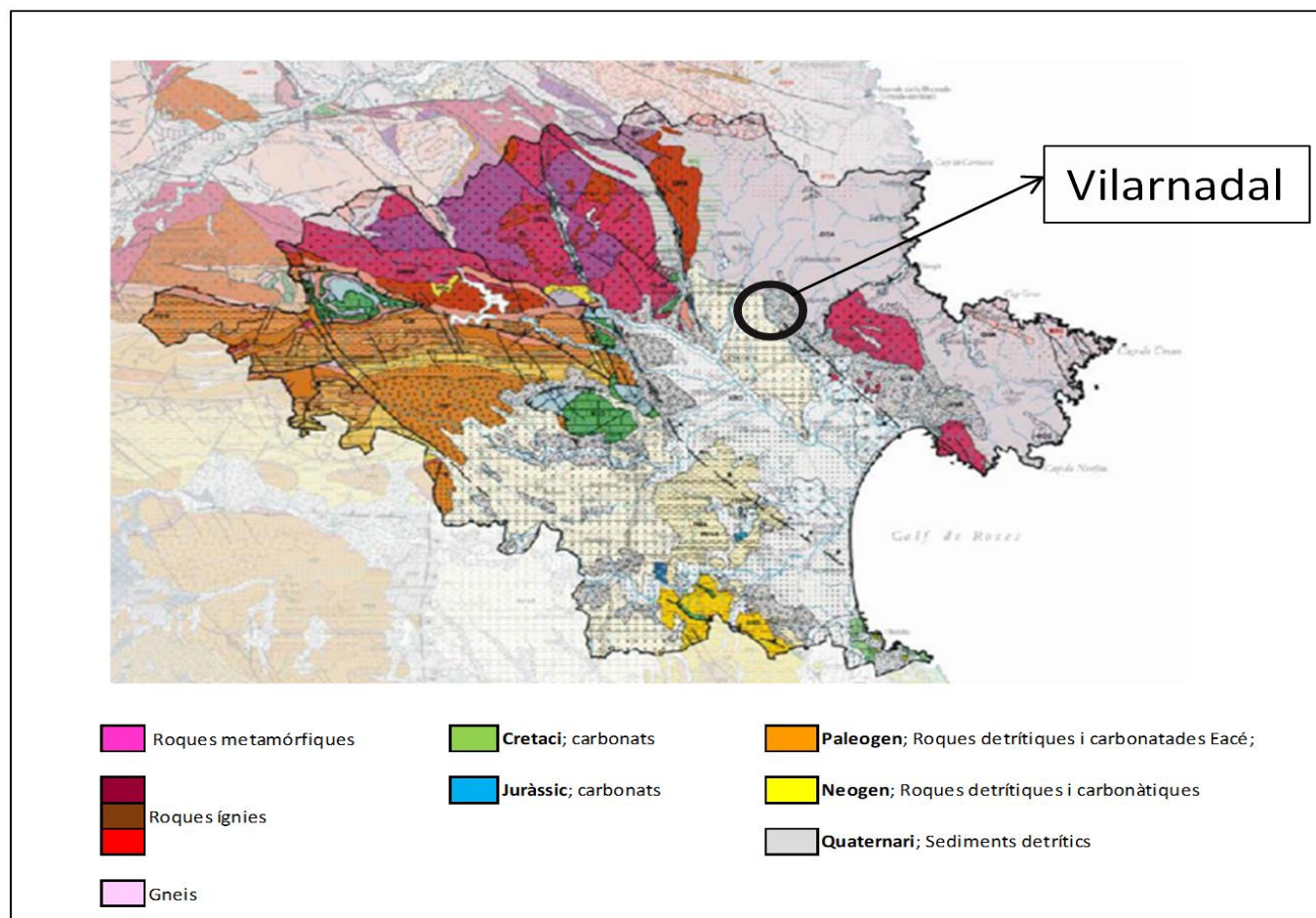


Figura 1: Mapa geològic de l'Alt Empordà.

Font: Elaboració pròpia, a partir del Mapa geològic de Catalunya 1:2500.000 (1989).

Pel que fa els seus orígens, tal i com s'observa a la **Figura 1**, la parcel·la de Vilarnadal es troba dins de la classificació Qes¹ i Qrs².



Figura 1. Origen geològic de la parcel·la de Vilarnadal.
Font: Institut cartogràfic i geològic de Catalunya.

Aquesta informació ens permet conèixer els antecedents dels sòls del nostre camp, però hem de tenir en compte que la classificació no es gaire precisa, ja que els mapes consultats tenen una escala de 1:50.000 i que els materials que formaven el sòl poden haver estat alterats en gran part.

Qes¹ ens referim a dipòsits al·luvials de sauló.

Qrs² són els dipòsits de llit actuals de les rieres sobre materials granítics; graves, sorres i llims amb abundant sauló.

3. Caracterització del sòl de la parcel·la.

2.1. Material i presa de mostres

Els materials utilitzats pel mostreig de sòl han estat 4 bosses amb l'etiquetatge corresponent i una barrina Edelman per extreure a diferents profunditats (**Imatge**



Imatge 1: Mostreig a diferents profunditats.
Font: Elaboració pròpia.

La parcel·la constituirà una unitat de mostreig, la qual estarà formada per diferents mostres simples. Pel mostreig, agafarem mostres repartides homogèniament pel camp, d'aquesta manera, obtindrem una mostra composta representativa. Un cop posicionats als diferents punts de la parcel·la, s'extreuen mostres de 0-30 cm i de 30-60 cm de profunditat, ja que és la zona de màxima densitat radicular del cultiu. Les diferents submostres de cada camp es barregen per extreure una mostra composta de 800 grams que es portarà a analitzar.

2.2. Anàlisi de sòl.

2.2.1. Resultats del laboratori.

Les característiques que es descriuen a continuació provenen dels anàlisis que es van realitzar el 9 de maig de 2019 pel laboratori EUROFINS. A les **Taules 1 i 2** es mostren els resultats i els seus mètodes d'anàlisi.

Mostra 1

Mostra composta per 2 submostres repartides homogèniament per la parcel·la, a una profunditat de 0 a 30 cm.

Taula 1: Resultats dels anàlisis de la mostra de 0-30 cm de fondària.

Paràmetres	Resultat	Unitats	Mètode d'anàlisi
HUMITAT 105°C	< 1,000	%	Gravimetria/C5110007
Ph (ext. 1:2,5 H2O)	7,8		Potenciometria/C5110008
Cond.Elec. 25°C (ext. 1:5 H2O)	0,28	dS/m	Conductimetria/C5110009
Mat.Organica (W&B)	3,1	% s.m.s	Càlcul/C5110079
Carbonat càlcic equiv.	<3	%s.m.s	Titulació potenciomètrica
Nitrogen (N) (Kjeldahl)	0,23	%s.m.s	Titulació volumètrica/C5110010
Fosfor (P) (Olsen)	74	mg/kg s.m.s	Espectrofotometria UV-Vis/C5110080
Potassi (K) (ext. Acetat amònic)	467	mg/kg s.m.s	Espectrometria ICP-OES
Calci (Ca) (ext. Acetat amònic)	2211	mg/kg s.m.s	Espectrometria ICP-OES
Magnesi (Mg) (ext. Ac. Amònic)	249	mg/kg s.m.s	Espectrometria ICP-OES
Sodi (Na) (ext. Acetat amònic)	72	mg/kg s.m.s	Espectrometria ICP-OES
Arena total (0,05 < D < 2 mm)	74,1	%	Gravimetria
Llim gros (0,02 < D < 0,05 mm)	5,7	%	Gravimetria
Llim fi (0,002 < D < 0,02 mm)	9,3	%	Gravimetria
Argila (D < 0,002 mm)	10,9	%	Gravimetria

Mostra 2

Mostra composta per 2 submostres repartides homogèniament per la parcel·la, a una profunditat de 30 a 60 cm.

Taula 2: Resultats dels anàlisis de la mostra de 30-60 cm de fondària.

Paràmetres	Resultat	Unitats	Mètode d'anàlisi
HUMITAT 105°C	<1,00	%	Gravimetria/C5110007
Ph (ext. 1:2,5 H ₂ O)	8		Potenciometria/C5110008
Cond.Elec. 25°C (ext. 1:5 H ₂ O)	0,201	dS/m	Conductimetria/C5110009
Mat.Organica (W&B)	1,55	% s.m.s	Càlcul/C5110079
Carbonat càlcic equiv.	<3	%s.m.s	Titulació potenciomètrica
Nitrogen (N) (Kjeldahl)	0,127	%s.m.s	Titulació volumètrica/C5110010
Fosfor (P) (Olsen)	50	mg/kg s.m.s	Espectrofotometria UV-Vis/C5110080
Potassi (K) (ext. Acetat amònic)	287	mg/kg s.m.s	Espectrometria ICP-OES
Calci (Ca) (ext. Acetat amònic)	1610	mg/kg s.m.s	Espectrometria ICP-OES
Magnesi (Mg) (ext. Ac. Amònic)	194	mg/kg s.m.s	Espectrometria ICP-OES
Sodi (Na) (ext. Acetat amònic)	59	mg/kg s.m.s	Espectrometria ICP-OES
Arena total (0,05 < D < 2 mm)	75,6	%	Gravimetria
Llim gros (0,02 < D < 0,05 mm)	4,3	%	Gravimetria
Llim fi (0,002 < D < 0,02 mm)	9,4	%	Gravimetria
Argila (D < 0,002 mm)	10,7	%	Gravimetria

2.2.2. Anàlisi semi-quantitatiu de nitrogen nítric.

L'anàlisi ha estat propi, a partir del material i la metodologia que proporciona la Fundació Mas Badia.

Metodologia.

Per calcular el contingut de nitrogen nítric del sòl necessitem conèixer:

- La humitat del sòl.
- La quantitat de nitrogen nítric del sòl.

Els materials que es necessitaran per dur a terme l'anàlisi de nitrats són:

- Bascula.
- Safata d'alumini.
- Estufa.
- Remenador.
- Vials de plàstic.
- Vials de vidre.
- Aigua destil·lada.
- Matràs aforat de 100 ml.
- Paper de filtre.
- Tires d'avaluació de nitrats.
- Nitrachek 404.

HUMITAT DEL SÒL

Pesarem 100 grams de mostra i l'introduïrem a la safata d'alumini amb l'etiquetatge corresponent del sòl. Finalment la deixarem a l'estufa a 105 °C durant 3 dies.



Imatge 1: Safates d'alumini dins l'estufa a 105°C.

Font: Elaboració pròpia.

NITRATS DISSOLTS:

Pesarem 100 grams de sòl i els introduïrem als vials de plàstic amb 100 ml d'aigua destil·lada (**Imatge 4**). Els deixarem durant 1 hora al remenador a 200 rpm (**Imatge 5**). Finalment filtrarem la dissolució per poder valorar el contingut de nitrats al sòl a partir del nitracheck 404 i les tires corresponents.



Imatge 6: Procés de filtratge de la solució preparada.
Font: Elaboració pròpia.



Imatge 7: Lectures amb els aparells corresponents; tires i nitracheck 404, dels nitrats al sòl.
Font: Elaboració pròpia.

LECTURES

Per conèixer el contingut de nitrats al sòl, ens basarem en les formules que apareixen a continuació, el resultat però, l'expressem en; *kg de nitrogen nítric / hectàrea*, ja que és el valor estandarditzat per poder interpretar quin és el contingut de nitrogen al sòl.

$$H = \frac{PH-PS}{PS} * 100$$

On;

H: humitat (%)

PH: Pes humit.

PS: Pes sec.

$$N = \frac{((100 + H) * (T))}{(100 - H)} * \frac{(d.a * p * 100)}{\left(\frac{p.m NO_3}{p.m N}\right) * 10}$$

On;

T: Lectura del nitrat (ppm).

D.a: Densitat aparent del sòl.

P: Profunditat de la mostra de sòl.

P.m NO₃: 62, Pes molecular NO₃.

P.m N: 14, pes molecular N.

Taula 5: Nitrogen nítric de la parcel·la.

Font: Elaboració pròpia.

NITRATS VILARNADAL

Parcel·la	Repetició	Fondària	PS+Safata	Safata	Humitat	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Patró		Mitjana Patró	Factor	Corregit	Kg N ha-1
VILARNADAL	I	0-30	94,9	7,4	12,5	287	264	258	98	Data Lectura : 22-05-19	86,5	1,02	275,2	359,50
		30-60	99,1	7,5	8,4	129	112	120					122,8	147,65
	II	0-30	91,5	5,4	13,9	146	172	166	84			1,19	192,1	258,18
		30-60	99,2	7,4	8,2	49	52	53					61,1	73,19
	III	0-30	94,5	5,5	11,0	107	131	120	86			1,16	138,8	175,85
		30-60	97,1	6,2	9,1	63	55	68					72,1	87,92
	IV	0-30	91,9	5,4	13,5	175	198	175	78			1,28	234,2	312,24
		30-60	96,3	6,2	9,9	92	105	96					125,2	155,19

Data mostreig: 9 de maig de 2019

0-30	276,44
30-60	115,99

2.3. Interpretació dels resultats de l'anàlisi de sòl

2.3.1. Paràmetres físics

2.3.1.1. Classe textural

A partir dels paràmetres agronòmics de les **Taules 1 i 2**, s'extreu la informació necessària per classificar segons USDA els sòls en funció de les seves classes texturals (**Taula 3**).

Observant la **Figura 1**, podem comprovar que la textura de les dos mostres són Franco-arenoses, ja que es troben en la mateixa zona dins el triangle textural USDA.

Taula 3: Classe textural de les diferents mostres de sòl

Font: Elaboració pròpia a partir de les analítiques del laboratori Eurofins

Classe textural	Profunditat de la mostra	% sorra	% llim		% argila
			% llim fi	% llim gros	
Franco-arenosa	0-30 cm	74,1	9,3	5,7	10,9
Franco-arenosa	30-60 cm	75,6	9,4	4,3	10,7

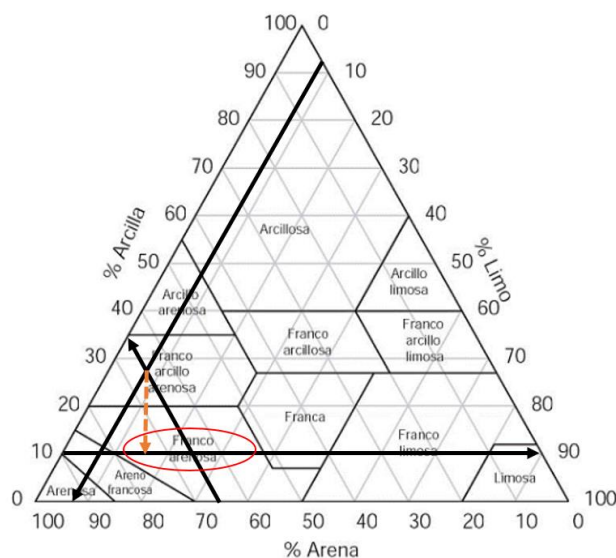


Figura 1: Classificació de les textures de les mostres de sòl amb el Triangle textural USDA

Aquesta classe textural influeix en la fertilització i permeabilitat del sòl. Presenta força arena però té les suficients fraccions de llim i argila, que li donen coherència entre partícules.

2.3.1.2. Determinació de la capacitat de camp

La capacitat de camp d'un sòl és la quantitat d'aigua que pot retenir amb drenatge lliure i el seu valor té relació directa amb la textura i l'estructura del sòl. Aquesta mesura serà útil per calcular la dosi de reg dels cultius, ja que aquesta aigua retinguda està en condicions per a ser utilitzada per aquest i dóna una idea de les característiques hídriques del sol. És per això que a part de realitzar els càlculs teòrics de la **Figura 2 i 3**, instal·larem uns loggers a la parcel·la per fer un seguiment diari del nivell d'aigua que hi ha al sòl, per allargar o escurçar les hores de reg al programador.

-CAPACITAT DE CAMP "Estimació de Bodman i Mahmud":

$$CC = 0,023 \times \text{arena } (\%) + 0,25 \times (\text{llim gros } (\%) + \text{llim fi } (\%)) + 0,61 \times \text{argila } (\%)$$

$$CC = (0,023 \times 74,1) + (0,25 \times 15) + (0,61 \times 10,9) = 12,10\%$$

$$CC \text{ (mm)} = CC \text{ (\%)} \times d_{ap} \times p$$

On, $d_{ap} = 1,5 \text{ t/m}^3$. Densitat aparent per a sòl Franco-arenós

$P = 0,3 \text{ m}$. Profunditat del sol

$$CC \text{ (mm)} = \frac{12,10 \%}{100 \%} \times 1,5 \frac{\text{tones}}{\text{m}^3} \times 0,3 \text{ m} \times \frac{1000 \text{ mm}}{\text{m}} = 54,4 \frac{\text{L}}{\text{m}^2}$$

Segons la següent expressió es determina una retenció de 54,4 l/m² que és capaç de retenir el sòl un cop drenat.

Figura 2: Càlcul de la retenció d'aigua a capacitat de camp de la mostra 1 (0-30cm de profunditat).

$$CC = 0,023 * arena (\%) + 0,25 * (l\grave{lim} gros (\%) + l\grave{lim} fi (\%)) + 0,61 * argila (\%)$$

$$CC = (0,023 * 75,6) + (0,25 * 13,7) + (0,61 * 10,7) = 11,69\%$$

$$CC (mm) = CC (\%) * d_{ap} * p$$

On, $d_{ap} = 1,5 \text{ t/m}^3$. Densitat aparent per a sòl Franco-arenós

$P = 0,3 \text{ m}$. Profunditat del sol

$$CC (mm) = \frac{11,69\%}{100\%} * 1,5 \frac{\text{tones}}{\text{m}^3} * 0,3 \text{ m} * \frac{1000 \text{ mm}}{\text{m}} = 52,6 \frac{\text{L}}{\text{m}^2}$$

Segons la següent expressió es determina una retenció de 52,6 l/m² que és capaç de retenir el sòl un cop drenat.

Figura 3: Càlcul de la retenció d'aigua a capacitat de camp de la mostra 1 (30-60cm de profunditat).

2.3.1.3. Determinació del punt de marciment permanent

-PUNT DE MARCIMENT PERMANENT “Silva et al., 1988”

$$PMP \% = -5 + 0,74 * CC\%$$

$$PMP \% = -5 + 0,74 * 12,1 = 3,95 \%$$

$$PMP (mm) = PMP \% * d_{ap} * p$$

On, $d_{ap} = 1,5 \text{ t/m}^3$. Densitat aparent per a sòl Franco-arenós

$P = 0,3 \text{ m}$. Profunditat del sol

$$PMP (mm) = \frac{3,95}{100} * 1,5 \frac{\text{tones}}{\text{m}^3} * 0,3 \text{ m} * \frac{10^3 \text{ mm}}{\text{m}} = 17,77 \frac{\text{L}}{\text{m}^2}$$

La següent expressió determina que un cop l'aigua retinguda disminueix als 3,95 mil·lilitres en 100 grams de sòl, deixa d'estar disponible pels cultius

Figura 4: Càlcul de la retenció d'aigua a punt de marciment permanent de la mostra 1 (0-30cm de profunditat)

$$PMP \% = -5 + 0,74 * CC\%$$

$$PMP \% = -5 + 0,74 * 11,69 = 3,65 \%$$

$$PMP (mm) = PMP\% * d_{ap} * p$$

On, $d_{ap} = 1,5 \text{ t/m}^3$. Densitat aparent per a sòl Franco-arenós

$P=0,3\text{m}$. Profunditat del sòl.

$$PMP (mm) = \frac{3,65}{100} * 1,5 \frac{\text{tones}}{\text{m}^3} * 0,3\text{m} * \frac{10^3 \text{mm}}{\text{m}} = 16,42 \frac{\text{L}}{\text{m}^2}$$

La següent expressió determina que un cop l'aigua retinguda, disminueix als 3,65 mil·lilitres en 100 grams de sòl, deixa d'estar disponible pels cultius

Figura 5: Càlcul de la retenció d'aigua a punt de marciment permanent de la mostra 2 (30-60cm de profunditat).

2.3.1.4. Quantificació de l'aigua útil

L'aigua útil es defineix com la part d'aigua que hi ha al sòl i que realment està disponible per a la planta. Correspon a l'aigua capil·lar retinguda amb forces de tensió superficial i es calcula amb la diferència entre la capacitat de camp i el punt de marciment permanent:

$$AU = CC - PMP$$

$$AU = 54,4 - 17,77 = 36,718 \frac{\text{L}}{\text{m}^2}$$

Figura 6: Càlcul de l'aigua útil de la mostra 1 (0-30 cm de profunditat).

$$AU = CC - PMP$$

$$AU = 52,6 - 16,42 = 36,18 \frac{\text{L}}{\text{m}^2}$$

Figura 7: Càlcul de l'aigua útil de la mostra 2 (30-60 cm de profunditat).

2.3.2. Paràmetres químics

2.3.2.1. Capacitat d'intercanvi catiònic (CIC)

En el CIC es troben el sumatori de cations bàsics que són el Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} , Na^{+} i àcids com el H^{+} i Al^{+} , però aquests dos últims no els tindrem en compte, ja que tenim un pH superior a 7,5 i per tant un percentatge de saturació de bases de gairebé 100%.

$$\text{CIC} = \frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^{+} + \text{Na}^{+}}{\text{SB}} * 100$$

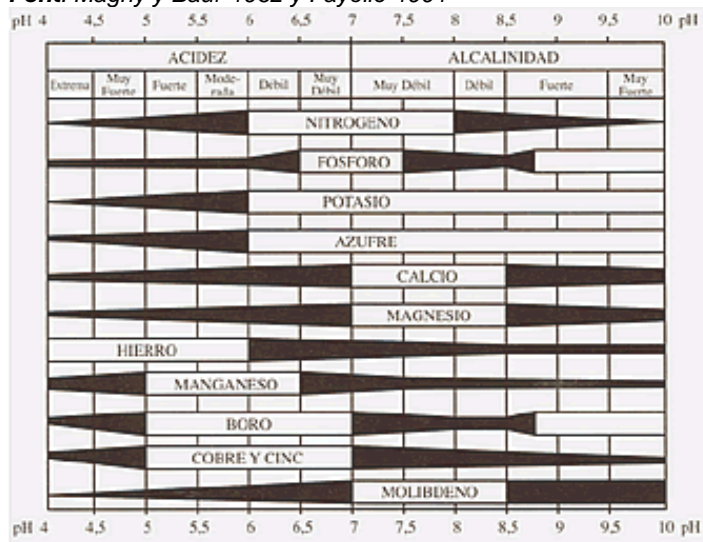
0-30cm fondària				30-60cm fondària		
Catió	meq/100g	%	CIC	meq/100g	%	CIC
Ca^{2+}	11,03	75,7	14,57	8	77,55	10,32
Mg^{2+}	2,04	14		1,34	12,98	
K^{+}	1,19	8,16		0,73	7,07	
Na^{+}	0,31	2,212		0,25	2,42	

2.3.2.2. pH

El valor del pH ens aporta informació sobre les propietats dels sòls i afecta a la solubilitat dels diferents minerals i la disponibilitat de certs elements minoritaris (ferro, zenc, coure i manganès) i metalls pesants pels cultius. Tan la capa superficial com el subsòl de la parcel·la tenen valors de pH de 7,8 i 8, són moderadament bàsics.

El pH d'un sòl bàsic no es pot canviar dràsticament, encara que si que es poden minimitzar alguns efectes negatius. L'aplicació d'esmenes orgàniques, adobs en verd i la millora de maneig del sòl poden modificar temporalment i de forma localitzada el pH del medi, millorant les condicions químiques i l'absorció de determinats nutrients (**Figura 1**). Tot i així no veiem precisa l'aplicació d'esmenes orgàniques i adob en verd degut a l'elevat contingut de matèria orgànica.

Figura 1: Assimilació dels elements nutritius segons el pH del sòl.
Font: Magny y Baur-1962 y Fayolle-1991



2.3.2.3. Carbonats

Tot i tenir valors de pH bàsics, tan la capa superficial com el subsòl tenen un contingut de carbonat càlcic equivalent a <3 %.

Aquesta absència de carbonats no ens limitarà la mobilització de nutrients com el ferro, però, per altra banda, no contribuirà a la falta del manteniment dels agregats i de l'estructura del sòl.

2.3.2.4. Conductivitat elèctrica (CE)

La presència de sals en el sòl afecta negativament els cultius. La sensibilitat a la presència de sals en blat de moro es limita a 1,7 dS/m, es a dir, es modernament sensible. El sòl de Vilarnadal presenta una salinitat de 0,28 dS/m, per tant, no causarà problemes en la producció del nostre cultiu.

2.3.2.5. Matèria orgànica (MO)

Tan l'horitzó superficial com el més profund mostren valors de MO elevats, més del 3% als primers 30 cm de fundària i entre l'1 i el 2% en el cas dels 30 a 60 cm de profunditat. A mesura que augmentes la fundària del sòl la MO disminueix ràpidament, aquesta està menys airejada i l'acció radicular és menor. L'interès que té aportar MO a aquestes profunditats és poca.

2.3.2.6. Nitrogen Kjeldahl

L'horitzó superficial té un contingut de Nitrogen Kjeldahl de 0,23 %s.m.s i el profund de 0,12 % s.m.s, essent continguts molt elevats.

Hem de tenir en compte que per molt elevats que siguin els valors, no significa que el sòl sigui ric en nitrogen, ja que no té en compte les formes minerals i per tant no disponibles per la planta, però continguts alts de nitrogen orgànics, ens mostren un gran reservori d'aquest element.

2.3.2.7. Nitrogen nítric

El contingut de nitrogen nítric a l'hortizo superficial és de 276,44 ppm i als 60 cm de profunditat de 115,99 ppm, unes proporcions que caracteritzen el sòl per ser ric en nitrogen.

2.3.2.8. Fòsfor

El contingut de P als primers 30 cm del sòl és de 70 ,mg /kg, i a 60 cm de profunditat de 50 mg/Kg, són valors alts, tot i això, la capacitat de subministrament d'aquest nutrient al cultiu depèn de les condicions d'humitat, de la temperatura del sòl i de la capacitat de respiració de les arrels del cultiu. Per tant, la interpretació final depèn de cada tipus de sòl i cultiu.

Aquest resultat és degut a la poca mobilitat del fòsfor al sol i de la reiterada aplicació de dejeccions ramaderes, utilitzant el criteri N i no tenint en compte el contingut de fòsfor del fem.

2.3.2.9. Potassi

El nivell de potassi en l'horitzó superficial és de 467 mg/kg, i al subsòl de 287 mg/kg, continguts elevats.

Com s'ha mencionat al apartat anterior, el criteri que s'ha utilitzat per gestionar el nivell de fertilització al sòl, no ha estat en base a l'observació del contingut d'aquest element, fet que ha deixat gran quantitat de potassi immobilitzat, i per tant, no disponible per la planta.

2.3.2.10. Magnesi

En l'horitzó superficial hi ha un contingut de Mg de 467 mg/kg s.m.s i al subsòl de 194 mg/kg s.m.s, valors que mostren un excés d'aquest element al sòl.

2.3.2.11. Calci extraïble

L'horitzó superficial, té un contingut de calci de 2211 ppm, i el subsòl de 1610 ppm, unes proporcions òptimes.

El calci en el sòl juga un paper molt important per regular l'equilibri dels cations de canvi del complex argil·lo-húmic del sòl. És per això que aquest nutrient és important, una carència d'aquest element, podria provocar l'acidificació del sòl i perdre fertilitat.

2.3.2.12. Sodi de canvi

El nivell de sodi de canvi tant en la capa superficial com al subsòl mostra valors d'un sol poc salí.

2.3.2.13. Relació C/N

La relació C/N (carboni/nitrogen) indica la potencialitat del sòl per transformar la matèria orgànica en nitrogen mineral.

De manera general es considera que una relació C/N entre 10 i 12 produeix una alliberació de nitrogen òptima, mentre que valors per sobre o per sota d'aquests resultats provoquen mancances o excessos.

Taula 3: Procés pel càlcul de la relació C/N de les mostres de sòl

Font: Elaboració pròpia

Profunditat del sòl	Càlcul	Resultat (C/N)
0-30 cm de profunditat	$\%C.orgànic = \frac{MO}{1,724} = 1,79\% C.org$ $C/N = \frac{1,79}{0,23} = 7,81$	7,81
30-60 cm de profunditat	$\%C.orgànic = \frac{MO}{1,724} = 0,89\% C.org$ $C/N = \frac{0,89}{0,127} = 7,07$	7,07

Observant els valors extrets de la **Taula 4** i veient les seves interpretacions, podem extreure que, la velocitat de descomposició de la MO és ràpida, i que per tan els nivells de nitrogen al sòl seran excessius. (els valors dels nitrats s'especifiquen al apartat 5.3).

Taula 4: Interpretació dels resultats C/N del sòl

Font: Guia de pràctica; Compren a utilitzar anàlisis agroambientals.

Relació C/N	Interpretació	Resultat
< 6	Molt Baixa	Descomposició ràpida de la matèria orgànica
6-9	Baixa	
9-11	Correcte	Bona descomposició de la matèria orgànica
11-15	Alta	Activitat biològica reduïda comportant una descomposició lenta de la matèria orgànica
>15	Molt Alta	

ANNEX IV: AIGUA DE REG

1. OBJECTE	1
2. ORIGEN I DISPONIBILITAT DE L'AIGUA	1
3. CARACTERÍSTIQUES DE L'AIGUA DE REG	4
4. INTERPRETACIÓ DELS RESULTATS.	5
4.1. Conductivitat elèctrica.	5
4.2. Bicarbonats.	5
4.3. Sodi dissolt.	5
4.4. Clorurs.	5
4.5. Bor dissolt.	5
5. QUALITAT DE L'AIGUA	6
5.2. SAR (Relació d'absorció de sodi).	6
5.3. Suma d'anions i cations	7
5.4. Salinització	8
5.5. Duresa de l'aigua	8
6. ÍNDEX DE QUALITAT DE L'AIGUA DE REG	10
6.1. Normes Riverside.	10
6.2. Normes H. GREENE.	11
6.3. Normes de L.V WILCOX	12

1. Objecte

L'objecte principal d'aquest projecte, és el disseny d'una instal·lació de reg localitzat amb suport d'energia renovable, per a una parcel·la d'una hectàrea de blat de moro.

La disponibilitat i la qualitat de l'aigua de reg és un element molt important a tenir en compte pel cultiu. Per tant, realitzar un anàlisi i donar una interpretació als resultats serà clau per portar a terme aquest projecte.

En aquest Annex es presenta l'origen, la disponibilitat i les característiques qualitatives de l'aigua de reg.

2. Origen i disponibilitat de l'aigua

L'aigua que s'utilitzarà per regar la parcel·la, prové del riu Muga que parteix de l'embassament de Darnius Boadella, aquest està regularitzat per ACA (agència Catalana de l'Aigua).

El sistema Muga comprèn una petita proporció de la demanda d'aigua a les xarxes municipals, però el seu gran pes cau en les més de 11.220 ha regables, de manera que la demanda agrícola és molt important. Tres vegades superior a l'ús per abastament, amb l'agreuja de la seva concentració durant els mesos d'estiu i els forts condicionants que això suposa sobre la gestió de l'embassament de Darnius Boadella.

Taula 1: Ús i altres indicadors del consum d'aigua anual a la conca de la Muga.

Font: FAO.

Usos i altres indicadors	hm ³ /any
a.- Ús destinat a l'abastament	13,7
b.- Usos agropequaris	63,8
b.1.- Regadius	62,0
b.2.- Ramaderia	1,8
c.- Altres usos industrials	1,2
Total demanda (a+b+c)	78,7

Cal dir que la gestió dels recents episodis de sequera ja permet diagnosticar el caràcter deficitari del riu Muga. En el cas dels abastaments urbans no han sofert dèficits fins ara, però els regadius han sofert restriccions significatives. Aquest escenari ha sigut el principal motiu que ha portat a noves gestions del sistema.

La **Taula 2** ens dona una aproximació de l'estat actual de l'Embassament (l'informe ha estat actualitzat el 10 de juny del 2019).

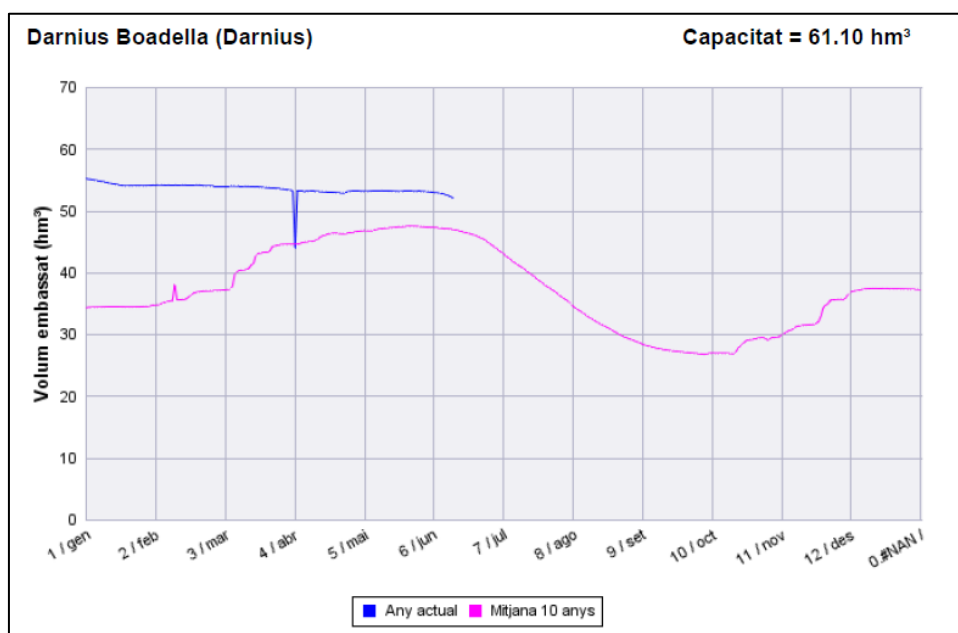
Taula 2: Estat actual de la conca de la Muga (10/06/19).

Font: Agència Catalana de l'Aigua.

Embassament (Conca)	Volum màxim	Estat actual		Estat fa un any		Mitjana a la mateixa data	
	Hm ³	Hm ³	%	Hm ³	%	5 anys hm ³	10 anys hm ³
Darnius Boadella (Darnius)	61,1	52,17	85,39	43,76	71,62	47,23	47,05

Si fem una comparació en funció del volum embassat entre l'any actual i una mitjana històrica de 10 anys (**Gràfic 1**), podem observar que els mesos d'hivern acostumen a ser secs, tot i que aquest any degut a les pluges acumulades durant els mesos d'octubre i novembre (571 L/m^2) han mantingut el nivell de l'embassament constant.

Com s'informa a l'*Annex II*, els hiverns acostumen a ser secs amb precipitacions durant la tarda i la primavera, es per això que apareixen aquestes irregularitats de març a juny i d'octubre a desembre.



Gràfic 1: Comparativa volumètrica mensual (hm³) entre la mitjana històrica de 10 anys a l'any actual.

Font: Agència Catalana de l'Aigua.

3. Característiques de l'aigua de reg

Les característiques es descriuen en la **Taula 3** i provenen del anàlisi que es va realitzar el 15 de maig de 2019 pel Laboratori EUROFINS. En la taula següent es mostren els resultats i el seu mètode d'anàlisi corresponent.

Taula 3: Resultats dels anàlisis de l'aigua de reg.

Font: Laboratori EUROFINS

Paràmetres	Resultat	Unitats	Mètode d'anàlisi
pH	8,2		Potenciometria/C5110012
Cond. Elec. 25°C	0,411	dS/m	Conductimetria/C5110011
Calci dissolt (Ca)	3,12	meq/l	Espectometria ICP-OES/C511002288
Magnesi dissolt (Mg)	0,77	meq/l	Espectometria ICP-OES/C511002289
Potassi dissolt (K)	0,0319	meq/l	Espectometria ICP-OES/C511002290
Sodi dissolt (Na)	0,3	meq/l	Espectometria ICP-OES/C511002291
Nitrats NO3	0,0238	meq/l	Cromatografia iònica/C5110127
Clorurs (Cl)	0,284	meq/l	Cromatografia iònica/C5110128
Sulfats (SO4)	1,09	meq/l	Cromatografia iònica/C5110129
Fluorurs	0,0099	meq/l	Cromatografia iònica/C5110130
Carbonats	<0,06	meq/l	Titulació colúmetrica
Bicarbonats	3,05	meq/l	Espectometria ICP-OES/C511002288
Fosfor dissolt (P)	0,327	mg/l	Espectometria ICP-OES/C511002289
Bor dissolt (B)	<0,25	mg/l	Espectometria ICP-OES/C511002290
Coure dissolt (Cu)	<0,05	mg/l	Espectometria ICP-OES/C511002291
Ferro dissolt (Fe)	0,283	mg/l	Espectometria ICP-OES/C511002292
Manganes dissolt (Mn)	<0,01	mg/l	Espectometria ICP-OES/C511002293
Zinc dissolt (Zn)	<0,05	mg/l	Espectometria ICP-OES/C511002294
Pressió osmòtica	0,148	atm	Càlcul

4. Interpretació dels resultats.

4.1. Conductivitat elèctrica.

La conductivitat elèctrica de l'aigua de reg és de 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ un valor que està dins d'uns usos sense risc per la parcel·la. Una conductivitat elèctrica elevada causa problemes de salinitat.

4.2. Bicarbonats.

Els bicarbonats són bases dissoltes que amb Mg, Ca i Na són responsables de l'alcalinitat al sòl. L'aigua de reg de la parcel·la té un contingut en bicarbonats de 3,05 meq/l i que per tan no mostra cap limitació d'utilització.

4.3. Sodi dissolt.

L'aigua de reg té un contingut de 6,9 mg/l, no mostra cap problema de toxicitat per la parcel·la.

4.4. Clorurs.

El contingut de clorurs en l'aigua de reg és de 10 mg/l, no mostra cap problema de toxicitat per la parcel·la.

4.5. Bor dissolt.

Els resultats de anàlisis de l'aigua de reg ens mostra un valor $< 0,25$ meq/l de bor dissolt, no mostra cap risc de toxicitat per la parcel·la.

5. Qualitat de l'aigua

5.2. SAR (Relació d'absorció de sodi)

Aquest índex ens dona una idea del risc de sodificació del complex de canvi i la degradació de l'estructura del sòl, ja que una elevada proporció de sodi respecte als ions de calci i magnesi en l'aigua de reg pot induir el canvi d'aquests ions pels de sodi en el sòl, fet que reduirà la facilitat amb la que el sòl condueix l'aigua i l'oxigen dins el perfil fet que afectarà negativament l'estructura del sòl i la permeabilitat.

Es calcula amb la següent fórmula expressada en meq/l:

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} = \frac{0,33}{\sqrt{\frac{3,12 + 0,77}{2}}} = 0,23$$

Veient el resultat obtingut del SAR, podem constatar que el risc de sodificació és baix, i que per tant no tindrem repercussions negatives al sòl. Aquesta situació es deguda al baix percentatge de sodi i magnesi en proporció al calci.

La relació calci de la solució, és del 74%.

5.3. Suma d'anions i cations

A efectes de comprovar la fiabilitat de l'analítica es determina la suma d'anions i cations, i es comprova el coeficient que relaciona el contingut de cations amb la conductivitat elèctrica.

- La suma dels anions ha de coincidir, aproximadament, amb la de cations. Generalment es permet un error d'un 5% per excés o per defecte.

Taula 3: Sumatori d'anions i cations.

Font: Elaboració pròpia

Cations	Meq/L	Anions	Meq/L
Calci	3,12	Clorur	0,28
Magnesi	0,77	Sulfat	1,09
Sodi	0,30	Bicarbonat	3,05
Potasi	Inapreciable	Carbonat	Inapreciable
	4,19		4,42

El 5% de 4,42 és 0,22, per tant no hi ha una diferencia significativa entre anions i cations.

- Generalment s'ha de complir que la suma de cations, expressada en meq/L, multiplicada per un coeficient que oscil·la entre 80 i 110, és igual al valor numèric de la conductivitat elèctrica mesura en $\mu\text{mhos/cm}$ (1000 $\mu\text{mhos/cm}$ correspon a 1 dS/m)

$$\text{Coeficient} = \frac{\text{Cations}}{\text{CE}} = \frac{4,19}{411} = 98$$

El valor que ens surt de coeficient està comprès entre 80 i 110, per tant, podem afirmar la norma establerta anteriorment.

5.4. Salinització

Un dels aspectes més interessants des del punt de vista de reg és el contingut en sals de l'aigua. Aquest contingut es calcula a partir de la *conductivitat elèctrica*; la facilitat que té la corrent elèctrica a passar a través de l'aigua, de forma que contra més alt sigui el contingut de sals solubles ionitzades, major serà el valor d'aquest.

La quantitat de sals dissoltes i ionitzades a l'aigua és proporcional a la quantitat de corrent que passarà a través d'ella, complint que;

$$S.T. = CE * K$$

On;

S.T.= Concentració total de sals

CE= Conductivitat elèctrica a 25°C

K= 0,64

El total de sals és de 263,04 µmols/cm, per tant tenim una aigua no salina i que per tant no té risc de salinització, de fet, és una aigua que prové d'alta muntanya i el seu contingut de sals sol ser baix.

Aquest fenomen dóna lloc a una pressió osmòtica a la solució que serà major quanta més elevada sigui la concentració en sals.

$$P_o = 0,36 * CE$$

En el nostre cas, la pressió osmòtica és baixa, de 0,149 atm.

5.5. Duresa de l'aigua

La duresa de l'aigua és un indicatiu del risc d'incrustacions, degut als carbonats presents a l'aigua. Una forma de disminuir la duresa de l'aigua és airejar-la, precipitant d'aquesta forma el calci.

El resultat obtingut és de 5,4^o fH, que atenent a la **Taula 5** ens indica que es tracta d'una aigua tova, i que per tant no hi ha risc d'incrustació ni d'obturació als degoters.

La duresa es mesura en graus francesos que equivalen a 10 mg CaCO₃/L i fa referència a la quantitat de carbonat de calç dissolt en l'aigua de reg.

$$\text{Graus hidrotimètrics francesos (° fH)} = \frac{Ca^{2+} \left(\frac{mg}{L} \right) * 2,5 + Mg^{2+} \left(\frac{mg}{L} \right) * 4,12}{10}$$

$$\frac{62,4 \left(\frac{mg}{L} \right) * 2,5 + 9,35 \left(\frac{mg}{L} \right) * 4,12}{10} = 5,4 \text{ ° fH}$$

Taula 5: Canvi d'unitats de Meq/L a Mg/L.

Font: Elaboració pròpia.

Cations	Meq/L	Mg/L
Calci	3,12	62,4
Magnesi	0,77	9,35

Taula 6: Interpretació dels resultats.

Font: Calidad agronómica de las aguas de riego (Juan Canovas Cuenca).

Tipus d'aigua	Graus hidrotimètrics francesos
Molt tova	<7
Tova	7-14
Mitjanament tova	14-22
Mitjanament dura	22-32
Dura	32-54
Molt dura	>54

6. Índex de qualitat de l'aigua de reg

6.1 Normes Riverside

Té en compte la conductivitat elèctrica i el SAR. Segons aquests dos índex, s'estableixen diferents categories o classes d'aigua anunciades segons les lletres C y S.

CE = 411 $\mu\text{mho/cm}$

SAR = 0,23

Observant la **Figura 1** obtenim una qualificació de C2S1, que indica un risc mitja de salinització i molt baix d'alcalinització.

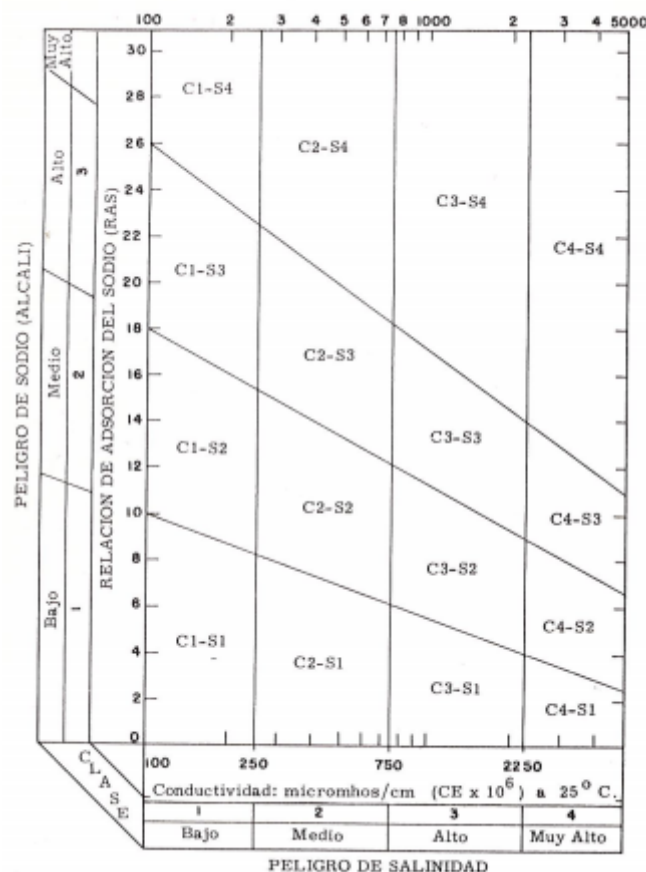


Figura 1: Normas de Riverside. Diagrama per la classificació d'aigües de reg.
Font: Calidad agronómica de las aguas de riego (Juan Canovas Cuenca).

6.2. Normes H. GREENE

Es pren com a base la relació entre la concentració de sals (meq/L) amb el percentatge de sodi de la solució.

ST = 0,25 Meq/L

%Na = 7,15%

Atenent als valors obtinguts i a la **Figura 2**, mostra una qualitat d'aigua bona per el reg.

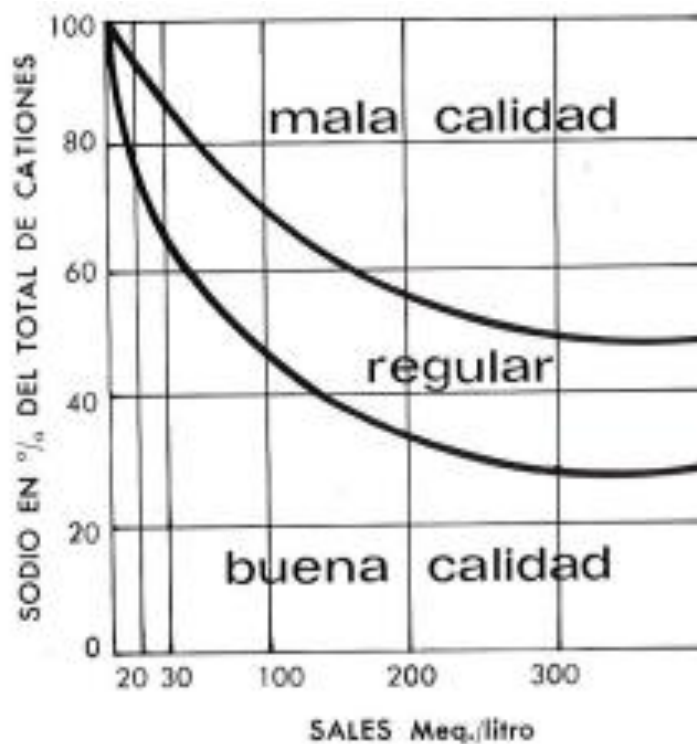


Figura 2: Qualificació de l'aigua segons H. Greene.
Font: Utilisation des terres salines, H. Greenem FAO.

6.3. Normes de L.V WILCOX

Aquest índex té en consideració, el percentatge de sodi respecte el total de cations i la conductivitat elèctrica.

$$\%Na = 7,15\%$$

$$CE = 411\mu\text{mho/cm}$$

Segons el diagrama de Normas de L. V. Wilcox, l'aigua de reg és excel·lent a bona.

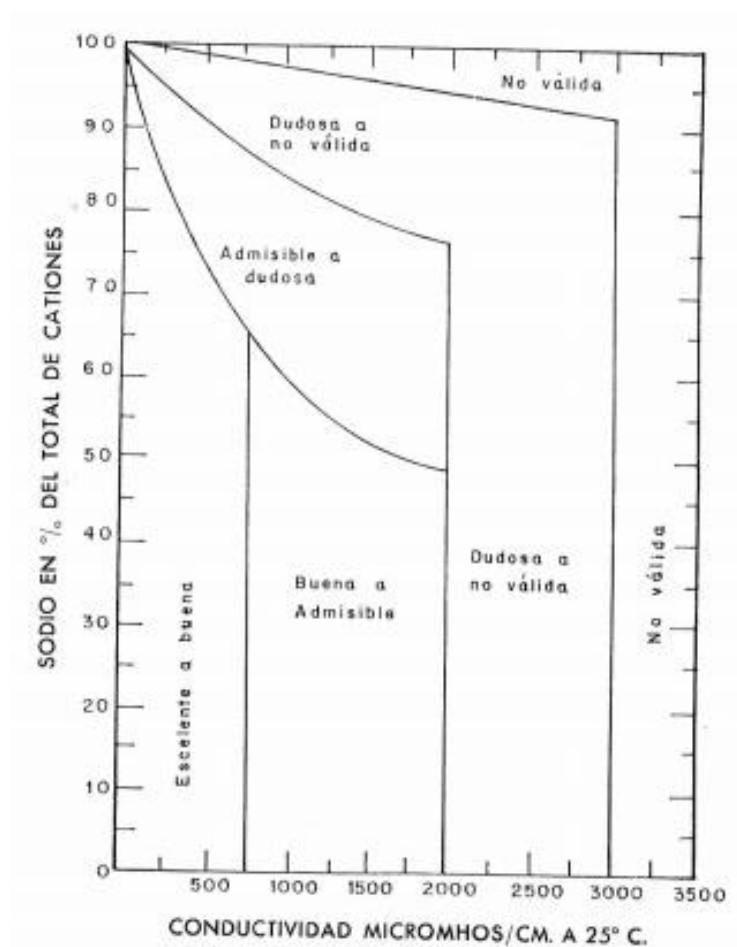


Figura 3: Diagrama per la interpretació del valor d'aigua de reg.

Font: The Quality of Water for Irrigation USE.

ANNEX V: DISSENY AGRONÒMIC

1. OBJECTE	1
2. METODOLOGIA I CRITERIS DE DISSENY	1
3. CÀLCUL DE LES NECESSITATS D'AIGUA PER PART DEL CULTIU	2
3.1. Càlcul de l'Eto i elecció de la Kc.....	2
3.2. Efectes de localització.....	4
3.3. Efectes locals.....	4
3.4. Necessitats netes.....	5
3.5. Necessitats totals.....	5
4. NUMERO D'EMISSORS I CABAL DE L'EMISSOR	6
4.1. Característiques de l'emissor.....	6
4.2. Àrea mullada per l'emissor.....	8
4.3. Percentatge d'àrea mullada dels emissors.....	9
5. FREQUÈNCIA I TEMPS DE REG	10
5.1. Intervals entre regs.....	10
5.2. Temps de reg.....	11
5.3. Dosi de reg.....	12
6. RESUM	13

1. Objecte

L'objecte principal d'aquest projecte, és el disseny d'una instal·lació de reg localitzat amb suport d'energia renovable, per a una parcel·la d'una hectàrea de blat de moro.

En efectes de disseny, interessa conèixer les necessitats d'aigua per part del cultiu en la situació més crítica del seu cicle. D'aquesta manera es dimensionarà la posterior instal·lació de reg.

En aquest Annex determinarem les necessitats totals per part del cultiu, l'àrea mullada per l'emissor, el percentatge d'àrea mullada, la freqüència, el temps i la dosi de reg.

2. Metodologia i criteris de disseny

Els càlculs s'han realitzat seguint la metodologia definida al llibre de Fernando Pizarro¹ i altres especialitzats. Per consideracions pràctiques definides pel promotor, es dividirà la parcel·la en dos sectors de treball de 4500 m².

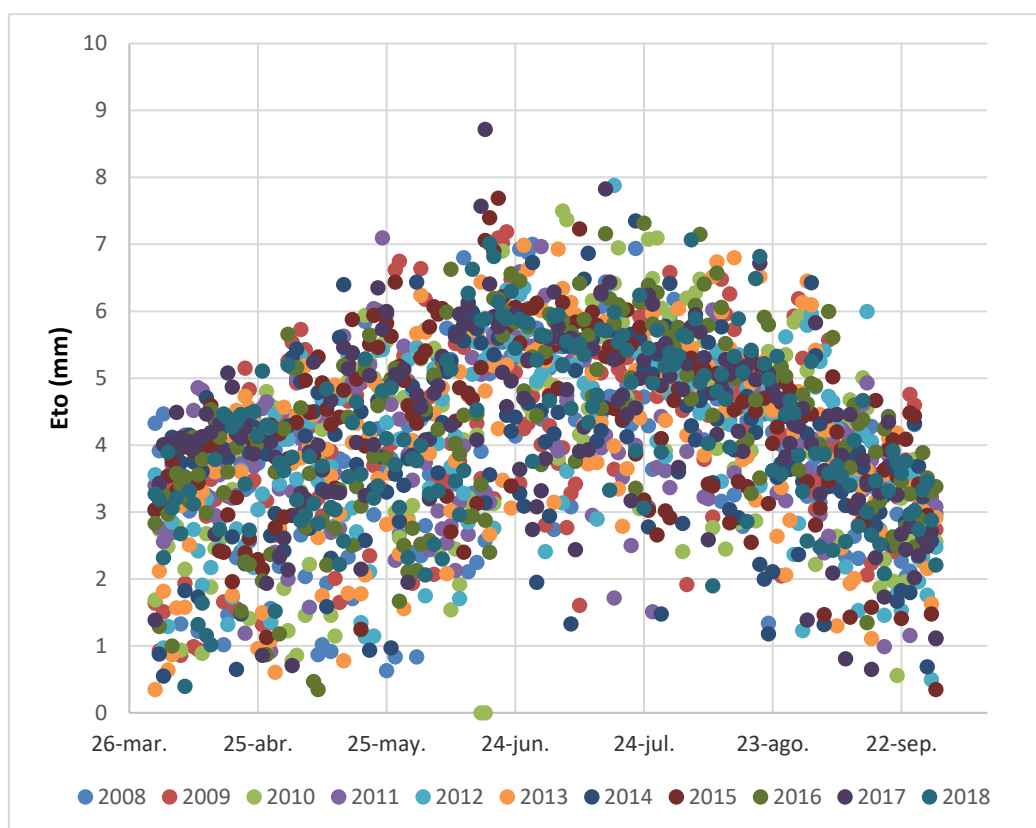
¹ *Riegos localizados de alta frecuencia. Editorial Mundi Prensa. Madrid, 1990.*

3. Càlcul de les necessitats d'aigua per part del cultiu

3.1. Càlcul de l'Eto i elecció de la Kc

Per determinar el valor de l'evapotranspiració de referència realitzarem un gràfic de dispersió a partir del conjunt de dades d'Eto diàries durant un període de 10 anys (**Gràfic 1**). Els resultats es resumeixen a la **Taula 1**, a fi d'ajustar un valor d'Eto partir de la seva freqüència i probabilitat.

Escollim un valor de l'Eto que entri dins d'una probabilitat acumulada del 97%, essent de 6,5 mm.



Gràfic 1: Evapotranspiració de referència diària, de març a setembre, en un període de 10 anys, de l'estació automàtica de Cabanes.

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de Ruralcat.

Taula 1: Resultat del conjunt de valors d'evapotranspiració de referència diàries a l'estació automàtica de Cabanes, anys 2008 a 2018.

Font: Elaboració pròpia.

Eto (mm)	Frequencia acumulada	Eto (mm)	Frequencia individual	Percentatge de valors	Percentatge acumulat
0	0				
1	42	0-1	42	2,09	2,09
2	153	1-2	111	5,52	7,61
3	423	2-3	270	13,43	21,03
4	914	3-4	491	24,42	45,45
5	1429	4-5	515	25,61	71,06
6	1874	5-6	445	22,13	93,19
6,25	1924	6-6,25	50	2,49	95,67
6,5	1959	6,25-6,50	35	1,74	97,41
6,75	1974	6,50-6,75	15	0,75	98,16
7	1989	6,75-7	15	0,75	98,91
7,25	2001	7-7,25	12	0,60	99,50
7,5	2006	7,25-7,50	5	0,25	99,75
7,75	2008	7,50-7,75	2	0,10	99,85
8	2010	7,75-8	2	0,10	99,95
9	2011	8-9	1	0,05	100,00

Cal escollir un coeficient de cultiu que defineixi el comportament de la planta enfront a l'evapotranspiració. Aquest coeficient depèn de molts factors, com poden ser l'estat vegetatiu del cultiu i el clima de la zona. Seguint els criteris de la FAO utilitzant el blat de moro com a cultiu de referència i durant els mesos més calorosos, la K_c és de 1,1.

Amb aquestes consideracions, la evapotranspiració del cultiu es calcula amb la següent fórmula.

$$ET_c = ET_o * k_c$$

$$6,5 * 1,1 = 7,15 \text{ mm}$$

On;

Et_o: 6,5 mm. Evapotranspiració de referència corresponent al mes de màximes necessitats (Juliol) calculat segons la metodologia exposada.

K_c: 1,1. Coeficient de cultiu.

Et_c: 7,5 mm. Evapotranspiració diària del cultiu.

Això suposa una evapotranspiració de referència de 71,5 m³/ha i dia.

3.2. Efectes de localització

Cal corregir la ET_c per efectes de localització, a afectes pràctics però, per cultius com el blat de moro el valor de la K_L (Efectes de localització) és igual a 1, per tant no es tindrà en consideració.

3.3. Efectes locals

La ET_o utilitzada en el càlcul equival a un valor molt proper a la localització exacte de la parcel·la, per tant la correcció en efectes locals serà igual a 1.

3.4. Necessitats netes

La formula que representa les Nn (necessitats netes) del cultiu és la següent.

$$Nn = Etc - Pe - Gw - \Delta w$$

En regs d'alta freqüència, com és el nostre cas no es tindrà en compte ni la variació d'emmagatzemament de l'aigua al sòl (Δw) ni la precipitació efectiva (Pe), a més, com que no tenim la capa freàtica a la vora tampoc es tindrà en compte l'aportació capil·lar (Gw). Per tant, suposarem que $Nn = 1$.

3.5. Necessitats totals

Per el càlcul de les necessitats totals s'utilitza la formula següent.

$$Nt = \frac{Nn}{(1 - K) * CU}$$

$$\frac{7,51}{0,9} = 7,94 \text{ mm}$$

On;

CU: Coeficient d'uniformitat. És la fracció d'aigua de la dosi mitjana que rebrà aquella part de la finca que li arribi menys aigua. S'imposa com a condició que la part menys regada rebi el 90% de la dosi.

Pèrdues per rentat o per percolació (K): Es considera el valor més alt entre LR i $(1 - Ea)$.

– Eficiència d'aplicació (Ea): S'escull una eficiència d'aplicació de 0,95 que segons Keller (1978) correspon a sòls de textura mitjana i per a climes en que no s'ha tingut en compte la precipitació efectiva.

– Necessitats de rentat (LR): La LR està estrictament relacionada amb la conductivitat elèctrica de l'aigua de reg, i al ser molt baixa suposarem que la fracció de rentat és igual a 1. La formula per el càlcul és la següent:

$$LR = \frac{CE_i}{2 * CE_e}$$

On ;

LR = Necessitats de rentat.

CEi = 0,411 dS/m. Conductivitat elèctrica de l'aigua de reg.

CEe = Conductivitat elèctrica de l'extracte de saturació del sòl.

Nn: Necessitats netes (mm).

Nt: Necessitats totals (mm).

Per tant, tenint en compte els criteris anteriors les necessitats totals del cultiu són de 7,94 mm o l'equivalent a 79,4 m³/ha.

4. Numero d'emissors i cabal de l'emissor

4.1. Característiques de l'emissor.

Per l'elevat preu que suposen els metres de canonada a instal·lar i tenint en compte que el projecte és a curt termini, es proposa la utilització de cintes de reg *NETAFIM Streamline™ X*.

La corba de l'emissor es representa a partir de l'expressió següent:

$$q = K \cdot h^x$$

On,

K: 0,373. Constant de carrega.

x= 0,45. Exponent.

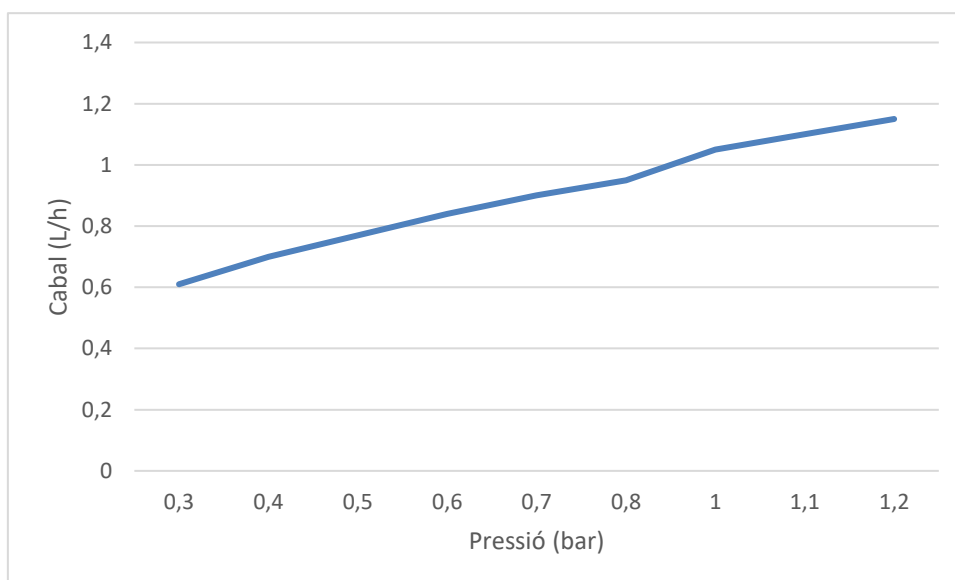
h= Altura de pressió (m).

q: Cabal en L/h.

Altres característiques hidràuliques de l'emissor,

- Cabal nominal q_a: 1,05 L/h.
- Pressió nominal: 1 bar.
- Pressió màxima: 1,2 bar.
- Coeficient de variació: 0,03.

El **Gràfic 2** ens mostra la corba de l'emissor.



Gràfic 2: Relació Cabal/Pressió de les cintes de reg.

4.2. Àrea mullada per l'emissor

Hi ha varies formules per determinar l'àrea mullada d'un emissor. En aquest projecte utilitzarem l'expressió amb un alt percentatge d'arena al sòl.

$$\phi_e = 0,3 + 0,12 * q_a$$

$$A_e = \pi * \frac{\phi_e^2}{4}$$

On,

ϕ_e : Diàmetre del bulb humit.

A_e : Àrea del bulb humit.

q_a : 1,05 L/h. Cabal nominal de l'emissor.

En la **Taula 1** es mostren els valors calculats d'aquests paràmetres.

Taula 1: Resultats del diàmetre del bulb humit i de l'àrea del bulb humit.

$\phi_e (m)$	$A_e (m^2)$
0,426	0,142

4.3. Percentatge d'àrea mullada dels emissors

Estem parlant de cultius extensius i per tant decidim estandaritzar la separació entre emissors i així utilitzar un sol tipus de cinta de reg. La separació dels laterals en el muntatge dependrà principalment de la dosi de sembra i del cultiu, en el nostre cas serà de 150 cm, ja que utilitzarem una cinta cada dos regues (la separació entre elles és de 75 cm). Aquests paràmetres determinaran el nombre d'emissors, el percentatge d'àrea mullada i el cabal que hi circularà.

$$e = \frac{1}{S_e * S_l}$$

$$P(\%) = e * A_e * 100$$

$$\frac{Q}{m^2} = \frac{e}{m^2} * q_a$$

On;

e: Nombre d'emissors per metre quadrat.

S_l: 1,5 m. Separació entre laterals.

S_e: 0,3 m. Separació entre emissors.

P: Percentatge d'àrea mullada (%).

A_e: Àrea del bulb humit (m²).

Q/m²: Cabal per metre quadrat (L/h·m²).

q_a: 1,05 L/h. Cabal nominal.

Taula 2: Resultats dels emissors per metre quadrat, percentatge d'àrea mullada i Cabal per metre quadrat.

e	P(%)	Q/m ²
2,22	31,5%	2,33

El percentatge de solapament del bulb humit es calcula a partir de la següent expressió.

$$a(\%) = 2 - \frac{S_e}{r_e} = \left(2 - \frac{0,3}{0,213}\right) * 100 = 60\%$$

a: Percentatge de solapament.

r_e: 0,213 m. Radi del bulb humit.

S_e: 0,3 m. Separació entre emissors.

El 60% de solapament és un valor acceptable dins de cultius herbacis.

5. Freqüència i temps de reg

5.1. Intervals entre regs

L'interval és una de les variables menys rígides, a efectes de facilitar el maneig del reg es fixa un interval entre regs d'un dia. Per les característiques de la nostre instal·lació és un valor més que adequat, ja que, estem automatitzant el sistema i repartir la dosi de reg a

fraccions diàries ens ajudarà a cobrir sense cap problema les necessitats hídriques del blat de moro.

5.2. Temps de reg

Per calcular el temps de reg, primer s'ha de trobar el volum d'aigua total que descarrega cada emissor. Aquest valor depèn de les necessitats total del cultiu, de l'interval de reg i del nombre d'emissors, es representa a partir de les expressions següents, els resultats es mostren a la **Taula 3**.

$$V_e = \frac{Nt * I}{e}$$

$$t = \frac{V_e}{q_a}$$

On:

V_e : Volum de reg per emissor (L).

e : Nombre d'emissors per metre quadrat.

Nt : 7,94 mm. Necessitats totals.

I = 1 dia. Interval entre regs

T = Temps de reg (hores).

Taula 3: Resultats del volum per emissor i el temps de reg pel Blat de moro.

V_e (L)	t (hores)
3,57 L	3,3 hores

5.3. Dosi de reg

Pel càlcul de la dosi de reg i el cabal de la unitat utilitzarem el càlcul següent.

$$DR = V_e * e$$

$$Q_u = q_a * e * S$$

On:

DR: Dosi de reg (L/m²).

Q_u: Cabal del sector de reg (L/h).

S: Superfície per sector de reg.

Taula 4: Resultats de la dosi de reg i el cabal per unitat de reg.

DR	Superfície per unitat de reg	Q _u
7,94 L/m ²	4500 m ²	10489,5 L/h

6. Resum

La **Taula 5** resumeix els paràmetres agronòmics.

Superfície per sector	4500 m ²
Dosi de sembra.	0,75 x 0,15 m.
Necessitats totals de reg.	79,4 m ³ /ha.
Coefficient d'uniformitat.	90%.
Dosi de reg.	7,94 L/m ² .
Intervals de reg.	1 dia.
Nombre d'emissors per metre quadrat.	2,22 e/m ² .
Cabal nominal per emissor.	1,05 L/h.
Volum de reg per emissor.	3,5 L.
Temps de reg.	3,3 hores.
Percentatge d'àrea mullada.	2,86 %.

1. OBJECTE	1
2. PROCEDIMENT	1
3. CÀLCULS DELS LATERALS DE REG	2
3.1. Cabal que circula per cada lateral	2
3.2. Pèrdues de càrrega del lateral	3
3.2.1. Pèrdua de càrrega per fricció	3
3.2.2. Altura de pressió mitja	4
3.2.3. Altura de pressió al inici de cada lateral	4
3.2.4. Altura de pressió al punt més desfavorable	4
3.2.5. Altura de pressió al final del lateral	5
3.3. Resultats	6
4. CÀLCULS DE TERCIÀRIES.	8
4.1. Cabal que circula per la canonada terciària	8
4.2. Cabal que circula per la canonada terciària	8
4.2.1. Pèrdues de càrrega per fricció	8
4.2.2. Altura de pressió mínima	9
4.2.3. Altura de pressió acumulada pel desnivell	9
4.2.4. Altura de pressió real a l'inici de cada tram	9
4.2.5. Altura de pressió al final de cada tram	10
4.2.6. Altura de pressió al punt més desfavorable	10
4.3. Resultats	10
5. COEFICIENT D'UNIFORMITAT.	13
6. DETERMINACIÓ DEL COEFICIENT D'UNIFORMITAT DE CABALS.	15
7. CANONADA PRINCIPAL.	18
8. ELEMENTS I CÀLCUL DEL CAPÇAL DE REG.	18
9. DISSENY EQUIP DE BOMBEIG.	20

1. Objecte

L'objecte principal d'aquest projecte, és el disseny d'una instal·lació de reg localitzat amb suport d'energia renovable, per a una parcel·la d'una hectàrea de blat de moro.

Les bases d'un projecte de reg parteixen d'uns càlculs hidràulics, que estaran estrictament relacionats amb el disseny de la instal·lació, en aquest annex s'explicarà tots els càlculs de la canonada primària passant per la secundària i acabant per els laterals, també es calcularà els elements i el capçal de reg juntament amb l'equip de bombeig.

2. Procediment

El procediment pel disseny hidràulic comença per la comprensió del disseny agronòmic de la parcel·la i tenint en compte els diferents condicionants.

D'entrada calcularem les pèrdues de carrega totals, tan de la canonada primària com la terciària, per així conèixer el cabal dels emissors més desfavorable (q_{ns}) i el cabal nominal de tots els emissors (q_a), amb la finalitat d'obtenir un coeficient d'uniformitat el més alt possible.

Pel càlcul dels laterals i la terciària, és té en compte que:

Sector 1: Unitat no rectangular, amb diàmetre de canonada terciària constant però diferent longitud per lateral.

- Superfície: 4.500 m².
- Longitud terciària: 72 m.
- Nombre de laterals: 48.

Sector 2: Unitat rectangular, amb diàmetre de canonada terciària constant i igual longitud per lateral.

- Superfície: 4.500 m².
- Longitud terciària: 45 m.
- Nombre de laterals: 30.

La nomenclatura del disseny, es presenta a continuació.

Les majúscules es reserven per la terciària i les minúscules per als laterals.

- Q : Cabal inicial.
- L : Longitud de la canonada.
- Se : separació entre degoters.
- Sl : separació entre laterals.
- q_l : cabal inicial d'un lateral.
- l : longitud del lateral.

- D: diàmetre.
- d: desnivell.

Els subíndex signifiquen:

- m : Valor inicial
- a : Valor nominal
- n : valor mínim de la secundària o lateral
- ns : valor mínim en tota la subunitat

Finalment s'efectua el disseny físic de les diferents parts de la instal·lació que són:

- Capçal de reg: Conjunt d'elements que permet el tractament de l'aigua de reg a partir del filtre, comptadors, programador de reg i control de pressió.
- Canonada primària: Canonada principal que va de la bomba al capçal de reg.
- Canonada terciària: Parteix de la canonada principal i és la que alimenta els laterals de reg, cada canonada terciària equival a una unitat de reg (sector).
- Lateral de reg: En aquesta es situen els emissors.

3. Càlculs dels laterals de reg

Es considera la diferencia en que el sector 1 compren un disseny no rectangular i el 2 rectangular, que tenen la mateixa superfície però una distribució diferent. En la **Taula 1**, es resumeixen els resultats a partir de les expressions numerades d'ara en endavant.

3.1. Cabal que circula per cada lateral

El cabal que circula per cada lateral depèn del número d'emissors i del seu cabal nominal. En conseqüència, per a cada unitat el cabal dels laterals variarà segons (1).

$$q_l = N * q_a \quad (1)$$

On;

q_l = Cabal del lateral per a cada sector.

q_a = 1,05 L/h. Cabal nominal de l'emissor.

N= Nombre d'emissors per lateral.

3.2. Pèrdues de càrrega del lateral

A continuació es procedeixen a calcular les pèrdues de càrrega del lateral.

3.2.1. Pèrdua de càrrega per fricció

En primer lloc haurem de conèixer la pèrdua de càrrega per fricció (h_f), representada amb l'expressió (2).

$$h_f = J * F * l * \frac{s+fe}{s} \quad (2)$$

On;

S= 0,3 m. Separació entre emissors.

Fe= 0,2 m. Longitud equivalent de la connexió interlínia.

h_f = Pèrdues de càrrega per fricció (m).

L= Longitud del lateral (m).

F: Factor de *Christiansen* (4).

$$F = \frac{1}{1,75+1} + \frac{1}{2*N} + \frac{\sqrt{1,75-1}}{6*N^2} \quad (4)$$

On;

N= Nombre d'emissors per lateral.

J= Pèrdues de càrrega unitària inclòs l'efecte de les connexions entre l'emissor i la canonada (3)

$$J = 0,473 * D^{-4,75} * Q^{1,75} \quad (3)$$

On;

D= 12 mm. Diàmetre interior del lateral.

Q= Cabal del tram.

3.2.2. Altura de pressió mitja

L'altura de pressió mitjana al lateral (h_a) es calcula amb la expressió (5).

$$h_a = \left(\frac{q_a}{K}\right)^{\frac{1}{x}} \quad (5)$$

3.2.3. Altura de pressió al inici de cada lateral

La pressió que ha d'haver-hi a l'inici de cada lateral (h_m) és imprescindible per assegurar el cabal necessari per cada degoter. S'expressa segons (6):

$$h_m = h_a + 0,733 * h_f + \frac{d}{2} \quad (6)$$

On;

d: Desnivell (negatiu o positiu segons "i").

3.2.4. Altura de pressió al punt més desfavorable

Per conèixer l'altura de pressió al punt més desfavorable cal situar-se dins la parcel·la. Podem trobar els següents 3 casos:

Cas 1: terreny horitzontal $i=0$

Cas 2: terreny ascendent $i>0$

Cas 3: terreny descendent $i<0$

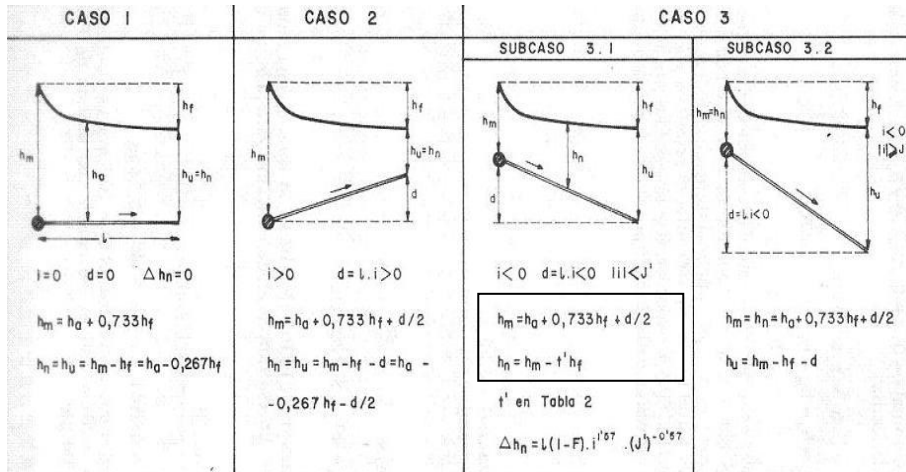
Subcas 3.1: Quan $i<0$ i a més a més $|i|<J'$

Subcas 3.2: Quan $i<0$ i a més a més $|i|>J$

En la **Figura 1** representa els càlculs per cada cas.

Figura 1: Expressions per el càlcul de la h_n .

Font: F.Pizarro, Riegos localizados de alta frecuencia, 1986.



Per la nostre situació utilitzarem el subcas 3.1.

Per tant h_n es representa segons (7)

$$h_n = h_m - t' * h_f \quad (7)$$

On;

h_n = Pressió en el punt més desfavorable

t' = Expressió que s'expressa segons (8)

$$t' = \frac{1+d}{h_f} + 0,375 * \left(\frac{3,2}{h_f}\right)^{1,75} \quad (8)$$

3.2.5. Altura de pressió al final del lateral.

Finalment es procedeix a calcular l'altura de pressió al final del lateral. Expressió (9).

$$h_u = h_m - h_f - d \quad (9)$$

3.3. Resultats

Taula 1.1: Resultats dels càlculs pels laterals, del sector 2, amb longitud constant.

		LATERALS
F		0,36
Q (1)	l/h	349,65
J (3)	m/m	0,10
L	m	99,9
S+F/S		1,66
hf (2)	m	6,58
ha (5)	m	9,97
hm (6)	m	13,2
hn (7)	m	9,11
hu (9)	m	9,81
t'		0,62

Taula 1.2: Resultats dels càlculs pels laterals, del sector 1, amb longitud no constant.

		LATERAL 1	LATERAL 2	LATERAL 3	LATERAL 4	LATERAL 5	LATERAL 6	LATERAL 7	LATERAL 8
F		0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Q (1)	l/h	349,65	315,00	280,35	244,65	210,00	175,35	139,65	105,00
J (3)	m/m	0,10	0,08	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
L	m	99,90	90,00	80,10	69,90	60,00	50,10	39,90	30,00
S+F/S		1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67
hf (2)	m	6,08	4,57	3,32	2,28	1,50	0,92	0,49	0,22
ha (5)	m	9,97	9,97	9,97	9,97	9,97	9,97	9,97	9,97
hm (6)	m	12,83	11,88	11,12	10,53	10,11	9,84	9,69	9,66
hn (7)	m	9,21	9,43	9,58	9,66	9,67	9,62	9,5	9,32
hu (9)	m	9,95	10,19	10,37	10,48	10,53	10,53	10,48	10,39
t'		0,60	0,50	0,5	0,4	0,3	0,2	0,4	1,5
hn real (19)	m	7,75	8,79	9,58	10,15	10,47	10,6	10,54	10,31

4. Càlculs de terciàries.

En aquest cas, la terciària rectangular (sector 2) es calcularà pel mateix mètode utilitzat en el punt anterior pel laterals, per tant, les expressions numerades d'ara en endavant es basen per a parcel·les amb diàmetre o longitud de laterals no constant (sector 1). En la **Taula 2**, es resumeixen els resultats, per a canonades "Flat Net", de diàmetre nominal 76,2 mm i pressió màxima 3 bars, amb una separació entre laterals de 1,5 metres.

4.1. Cabal que circula per la canonada terciària

El cabal que circula per la terciària va disminuint a mesura que flueix per cada lateral, d'aquesta manera el cabal del primer tram serà la suma de tots els laterals (10).

$$Q = \sum ql \quad (10)$$

On;

$\sum ql$: Sumatori de cabals del total de laterals.

4.2. Cabal que circula per la canonada terciària

A continuació es procedeixen a calcular les pèrdues de càrrega en cada tram.

4.2.1. Pèrdues de càrrega per fricció

Les pèrdues de càrrega per fricció es calculen segons (11).

El diàmetre es manté constant al llarg de la canonada, per tant, el resultat està estrictament relacionat amb el cabal de cada tram.

$$Hf = J * Q * L \quad (11)$$

On;

J: Pèrdues de càrrega unitària inclòs l'efecte de les connexions entre l'emissor i la canonada (3).

L: Longitud del tram de la canonada terciària a calcular (m).

4.2.2. Altura de pressió mínima

Hem de tenir en compte que l'altura de pressió mínima per cada tram (H_a) és igual a l'altura de pressió a l'inici del lateral (h_m) (12).

$$H_a = h_m \quad (12)$$

4.2.3. Altura de pressió acumulada pel desnivell

Seguidament es calcula la pressió acumulada pel desnivell i la pèrdua de càrrega segons (13), aquesta es va acumulant en funció del nombre de trams que tinguem, per tant, s'haurà de sumar "n" vegades la x_i del tram anterior.

$$x_{i_n} = x_{i_{n-1}} + H_{fi} + d_i \quad (13)$$

On;

X_{i_n} = pressió acumulada per el tram "n".

$X_{i_{n-1}}$ = Altura de pressió acumulada per el tram anterior.

4.2.4. Altura de pressió real a l'inici de cada tram

Un cop calculada la pressió acumulada es podrà saber la pressió real a l'inici de cada tram (H_m real), a partir de la expressió (14).

$$H_{m \text{ real}} = (x_i + h_m) * Q \quad (14)$$

On;

H_m : Altura de pressió a l'inici del lateral del tram que estem treballant.

Q : Cabal del tram.

La pèrdua de càrrega real total és la pèrdua de cada un dels trams (15).

$$H_{m \text{ real total}} = \frac{\sum H_{m \text{ real de cada tram}}}{Q \text{ total}} \quad (15)$$

4.2.5. Altura de pressió al final de cada tram

A continuació calculem l'altura de pressió al final de cada tram (H_u), que es determina segons (16).

$$H_u = H_{m\text{ real}} - x_i \quad (16)$$

La pèrdua de càrrega al final de la canonada terciària és igual a la de l'últim tram.

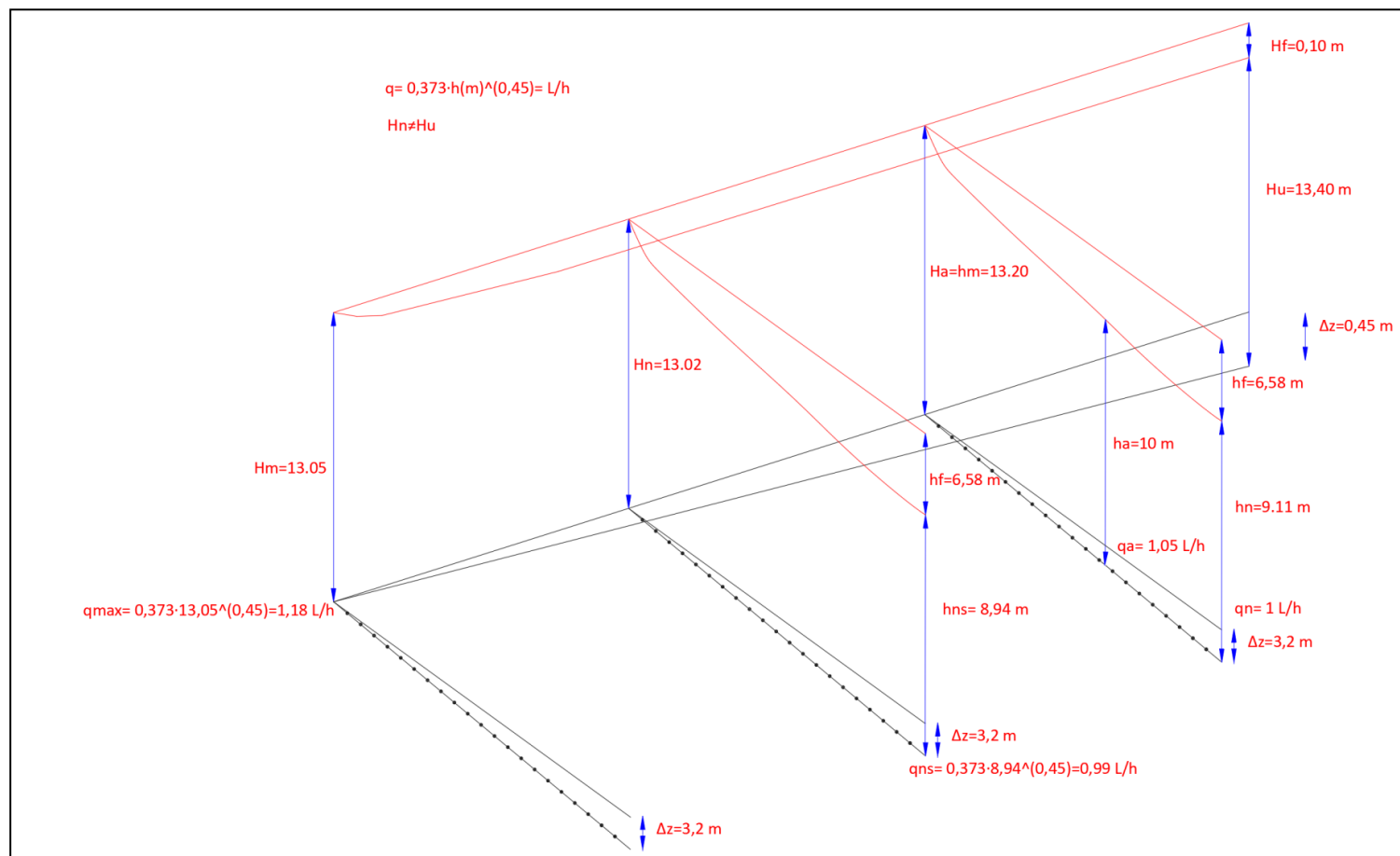
4.2.6. Altura de pressió al punt més desfavorable

Finalment calculem l'altura de pressió al punt més desfavorable de la canonada (H_n), resultat de buscar el valor mínim entre H_m real i H_u de cada tram

4.3. Resultats

Taula 2.1: Resultats dels càlculs per la terciària, del sector 2, amb disseny rectangular.

TERCIÀRIA		
F		0,380463
Q	l/h	10489,5
J		0,005914
L	m	45
Ha	m	13,20294
Hf	m	0,101256
Hm	m	13,05216
Hn	m	13,02496
Hu	m	13,4009

Figura 1: Esquema dels resultats dels càlculs de la canonada terciària i els laterals del sector 2, amb disseny rectangular.

Taula 2.2: Resultats dels càlculs per la terciària, del sector 1, amb disseny no rectangular.

		TRAM 1	TRAM 2	TRAM 3	TRAM 4	TRAM 5	TRAM 6	TRAM 7	TRAM 8
Q (10)	l/h	10917,90	8820,00	6930,00	5247,90	3780,00	2520,00	1467,90	630,00
L	m	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
desn		0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
J	m/m	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hf (11)	m	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
Ha (12)	m	12,83	11,88	11,12	10,53	10,11	9,84	9,69	9,66
Xi (13)		0,15	0,28	0,39	0,5	0,6	0,69	0,78	0,87
(hm+xi)		12,97	12,15	11,50	11,03	10,71	10,53	10,48	10,53
(hm+xi)*qi		27229,87	22976,26	19368,71	16184,37	13495,05	11082,81	8779,11	6634,84
Hu (16)	m	11,36	11,24	11,13	11,02	10,92	10,83	10,74	10,65
Suma (hm+xi)q		125751,01							
Hm real (15)	m	11,52							
Hn	m	10,64							
Hu total	m	10,64							

5. Coeficient d'uniformitat.

Per conèixer el coeficient d'uniformitat de la unitat de reg començarem per calcular la pèrdua de càrrega en el punt més desfavorable del sector (h_{ns}):

- Per a disseny rectangular a partir de l'expressió (17).

$$h_{ns} = H_m - (h_m - h_n) \quad (17)$$

- Per a disseny no rectangular s'obtenen unes pressions mínimes (h_n real) diferents per a cada tram dels laterals descrits a la **Taula 1.1**. D'aquestes es selecciona la més petita a partir del càlcul (18).

$$h_n \text{ real} = H_u - (h_m - h_n) \quad (18)$$

Coneixent h_{ns} i la formula de l'emissor podem aïllar i trobar el cabal més desfavorable (19).

$$q = K * h^x \quad (19)$$

$$h_{ns} = \left(\frac{q_{ns}}{K} \right)^{\frac{1}{x}}$$

On:

K: 0,373. constant de carrega.

X: 0,45. Exponent.

D'aquesta manera i aplicant la formula (20) podrem calcular el coeficient d'uniformitat i assegurar que estigui per sobre del 90%.

$$CU = \left(1 - \frac{1,27 * CV}{\sqrt{e}} \right) * \frac{q_{ns}}{q_a} \quad (20)$$

On:

CV: 0,03. Coeficient de variació de fabricació de l'emissor.

e: Nombre d'emissors per metre quadrat.

q_{ns} : Cabal mínim de la subunitat de reg.

q_a : Cabal nominal de l'emissor. **Taula 3.1: Paràmetres generals del sector 1.**

		SECTOR 1							
hns (18)	m	7,75							
qns (19)	l/h	0,93							
qa	l/h	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
CU (20)	%	87							

Taula 3.2: Paràmetres generals del sector 2.

		SECTOR 2
hns (17)	m	8,94
qns (19)	L/h	0,99
Qa	L/h	1,05
CU (20)	%	92

6. Determinació del coeficient d'uniformitat de Cabals.

Per a determinar el coeficient d'uniformitat de cabals, farem una prova a camp (**Imatge 1**) que pretén:

- Comprovar la uniformitat en la distribució de l'aigua de reg.
- Comprovar si l'aigua de reg s'incorpora de manera uniforme.
- Evitar que una baixa uniformitat faci que hi hagi plantes amb excés o dèficit d'aigua.



Imatge 1: Prova a camp per calcular el coeficient d'uniformitat de cabals.

En primer lloc triarem 16 emissors representatius. Si a cada planta li correspon més d'un emissor, es considerarà un únic emissor o la suma d'ells. Abans de començar l'assaig haurem de saber a quina pressió esta treballant el sector que estudiarem (**Taula 4**). A continuació mesurarem el volum d'aigua subministrat per el degoter (cm^3) en un temps determinat, (temps suficient per recollir una mostra significativa). Un cop transcorregut el temps predefinit, mesurarem el volum d'aigua recollit (**Taula 5**).

Taula 4: Pressions de cada sector abans de començar l'assaig.

	Sector 1	Sector 2
Pressió (bars)	1,3	1,3

Taula 5.1: Mesura dels volums als 16 punts de mesura al sector 1, expressada en ml.

SECTOR 1	Primer emissor	Emissor 1/3	Emissor 2/3	Darrer emissor
Primer lateral	1,2 l/h	1,2 l/h	1,18 l/h	1,06 l/h
Lateral 1/3	1,2 l/h	1,2 l/h	1,2 l/h	1,06 l/h
Lateral 2/3	1,2 l/h	1,2 l/h	1,16 l/h	1,08 l/h
Darrer lateral	1,2 l/h	1,18 l/h	1,18 l/h	1,1 l/h

Taula 5.2: Mesura dels volums als 16 punts de mesura al sector 2, expressada en cm^3 .

SECTOR 2	Primer emissor	Emissor 1/3	Emissor 2/3	Darrer emissor
Primer lateral	1,2 l/h	1,18 l/h	1,18 l/h	1,16 l/h
Lateral 1/3	1,2 l/h	1,2 l/h	1,16 l/h	1,18 l/h
Lateral 2/3	1,2 l/h	1,2 l/h	1,18 l/h	1,2 l/h
Darrer lateral	1,24 l/h	1,2 l/h	1,2 l/h	1,14 l/h

Un cop tinguem les mesures fetes, calcularem la mitjana dels cabals dels 4 emissors de més baix cabal ($q_{25\%}$), a partir de l'expressió (21).

$$q_{25\%} = \frac{(q_1 + q_2 + q_3 + q_4)}{4} \quad (21)$$

Taula 6: Mitjana de cabals dels 4 emissors de més baix cabal del sector 1 i 2.

	Sector 1	Sector 2
$q_{25} \text{ (l/h)}$	1,07	1,16 l/h

Calculem la mitjana dels cabals mesurats als 16 emissors (q_m), segons (22).

$$q_m = \frac{(q_1 + q_2 + q_3 \dots + q_{16})}{4} \quad (22)$$

Taula 7: Resultat de la mitjana dels cabals mesurats als 16 emissors del sector 1 i 2.

	Sector 1	Sector 2
$q_m \text{ (l/h)}$	1,16	1,18

Calculem el coeficient d'uniformitat de Cabals ¹ (CUC), segons (23).

$$CUC = 100 * \frac{q_{25\%}}{q_m} \quad (23)$$

¹Aquest CUC és per el sector de reg avaluat. S'haurà de repetir tantes vegades com sectors tingui la instal·lació

Taula 8: Resultats del coeficient d'uniformitat de cabals als dos sectors.

	Sector 1	Sector 2
CUC (%)	92	98

El valor del coeficient d'uniformitat de cabals del sector 1 és del 92 % i del 2 del 98 %, un CUC excel·lent.

7. Canonada principal.

Les canonada principal és d'alumini, amb un diàmetre interior de 110 mm, per tant coneixent el diàmetre i el cabal total que ha de circular per cada sector trobem la velocitat a partir de l'expressió (25).

$$v\left(\frac{m}{s}\right) = Q\left(\frac{m}{s}\right) * \left(\frac{4}{D^2}\right) \quad (25)$$

8. Elements i càlcul del capçal de reg.

Per al dimensionat de l'equip de bombeig és necessari conèixer les pèrdues del total dels elements fins arribar al sector de reg. D'aquesta manera es pot saber quin és el sector amb la necessitat de pressió més elevada. D'aquests elements trobem;

- Vàlvula de papallona manual

S'ha escollit una vàlvula manual de la casa comercial *MT valves and fittings*.

Aquesta vàlvula romandrà oberta, ja que la seva funció és únicament per frenar l'aigua en cas de que s'hagi de netejar el filtre o arreglar algun dels altres components.

- Equip de filtratge

S'ha escollit un equip de filtratge de la casa comercial *Azud "Heliz System"*.

L'equip de filtratge consta d'un filtre d'anelles amb la funció de retenir les impureses per evitar l'obturació dels emissors. Al estar subministrant aigua directe del canal de reg, sense una prèvia filtració, aquest serà d'unes dimensions prou grans per mantenir la pressió correcta a l'entrada del sector.

- Cabalímetre

S'ha escollit un cabalímetre de la casa comercial *Regaber*.

Al tractar-se d'un projecte de seguiment, és imprescindible saber la quantitat d'aigua que estem utilitzant per regar el cultiu.

- Electrovàlvula

S'ha escollit una electrovàlvula de la casa comercial *"Naandanjain"*.

Per al control automàtic dels sectors, s'instal·la una electrovàlvula de control automàtic en cada una de les sortides dels sectors.

Calcularem les pèrdues de carrega singulars per a cada element de la canonada; vàlvules, colzes i filtres, cada un d'aquests utilitza una constant de singularitat "K" diferent, els valors obtinguts es mostren a la **Taula 9**.

S'expressa segons, (26).

$$\Delta H_s = K * \frac{v^2}{2 * g} \quad (26)$$

On;

K: constant de singularitat.

G: 9,81 m/s, gravetat.

Taula 9: Pèrdues de càrrega per a cada element de reg.

hs (m)	Colzes	0,026	0,026
	Vàlvules	0,049	0,049
	Filtre	0,5	0,5
	Electrovàlvula	0,08	0,08
	Cabalímetre	0,04	0,04
Δh_s (m) (20)		0,695	0,695

9. Disseny equip de bombeig.

Submergida al canal de reg, es troba la bomba que ha de permetre subministrar l'altura de pressió necessària per a que el disseny funcioni correctament.

La pressió que es necessita a la sortida del capçal és la que ens permet definir la potència de la bomba impulsora. Aquesta pressió ha de ser suficient per superar totes les pèrdues de càrrega que hem calculat.

Per poder dimensionar l'equip de bombeig, és necessari conèixer l'altura manomètrica de la bomba a partir del sumatori de pressions (27).

$$HB = Hm + \Delta h_s + \Delta h_L + \Delta z \quad (27)$$

On;

HB: Altura de pressió de la bomba.

Δh_s : Pèrdues singulars.

Δh_L : Pèrdues lineals.

Δz : Altura fins el capçal de reg.

A partir d'aquí podrem conèixer la potència de la bomba. A partir de l'expressió (28).

$$CV = \frac{Q \cdot HB}{270 \cdot \eta} \quad (28)$$

On;

CV: Potència de la bomba.

D: 0,8. Rendiment de la bomba.

Taula 9: Càlculs per el dimensionat de la bomba.

	Sector 1	Sector 2
Hm (m)	13,05	11,51
ΔhL (m)	0,20	0,17
Δhs (m) (20)	0,695	0,695
Δz(Si) (m)	4	4
HB (m) (21)	17,95	16,42

Taula 10: Càlculs potència de la bomba

ηB	0,65	0,65
ηM	0,8	0,8
CV (22)	1,82	1,72

Per tant, a partir dels càlculs realitzats anteriorment, sabem que; necessitem una bomba de com a mínim 1,7 CV de potencia que subministri un cabal de 0,0034 m³/s i una altura manomètrica de 17,91 metres.

A partir d'aquestes dades s'escull una bomba de la casa comercial SACI tipus "AR 200-7" a un punt de treball de 14,4 m³/h a 18 m.c.a. Les característiques es mostren a **Taula 11**.

Taula 11: Característiques tècniques de la bomba.

Font: SACI bombes.

Tipus	Voltatge	Intensitat	Potència		Cabal (m3/hora)	Altura m.c.a	Longitud (cm)
			CV	KW			
AR 200-07 T (trifàsic)	III 230	6,9 A	2	1,5	14,4	18	861

ANNEX VII: DISSENY ELÈCTRIC

1. OBJECTE	1
2. CARACTERITZACIÓ D'UNA INSTAL·LACIÓ DE BOMBAMENT AUTÒNOM.	1
2.1. Condicionants de consum.	3
2.2. Dimensionat d'equips solars per a bombament directe d'aigua.	3
2.2.1. Càlcul del nombre de panells fotovoltaics	4
2.2.2. Distribució dels panells solars	4
2.2.3. Intensitat requerida per la bomba de reg	6
2.2.4. Càlcul de la secció	7
3. CARACTERITZACIÓ DEL CONJUNT D'ELEMENTS ENERGÈTICS.	8
3.1. Panells fotovoltaics.	8
3.2. Convertidor/Variador de freqüència.	9
4. PROGRAMADOR DE REG.	10

1. Objecte

L'objecte principal d'aquest projecte, és el disseny d'una instal·lació de reg localitzat amb suport d'energia renovable, per a una parcel·la d'una hectàrea de blat de moro.

És objecte d'aquest annex el dimensionat i la caracterització dels elements del bombament solar.

2. Caracterització d'una instal·lació de bombament autònom.

Com tota instal·lació, un correcte dimensionat és fonamental, no tan sols per què la instal·lació funcioni correctament, sinó també, i molt important, perquè la seva vida útil sigui llarga. Cada element ha de ser curosament calculat i elegit en funció de les seves característiques, les seves prestacions i la seva idoneïtat d'acord amb la instal·lació que s'està projectant.

En el nostre cas estem en una tipologia d'instal·lació de bombament directe, es a dir, es genera corrent, i la bomba inicia l'extracció d'aigua, variant el cabal extret en funció de la disponibilitat energètica al llarg del dia, consegüentment, constarà d'un variador de freqüència (**Figura 1**).

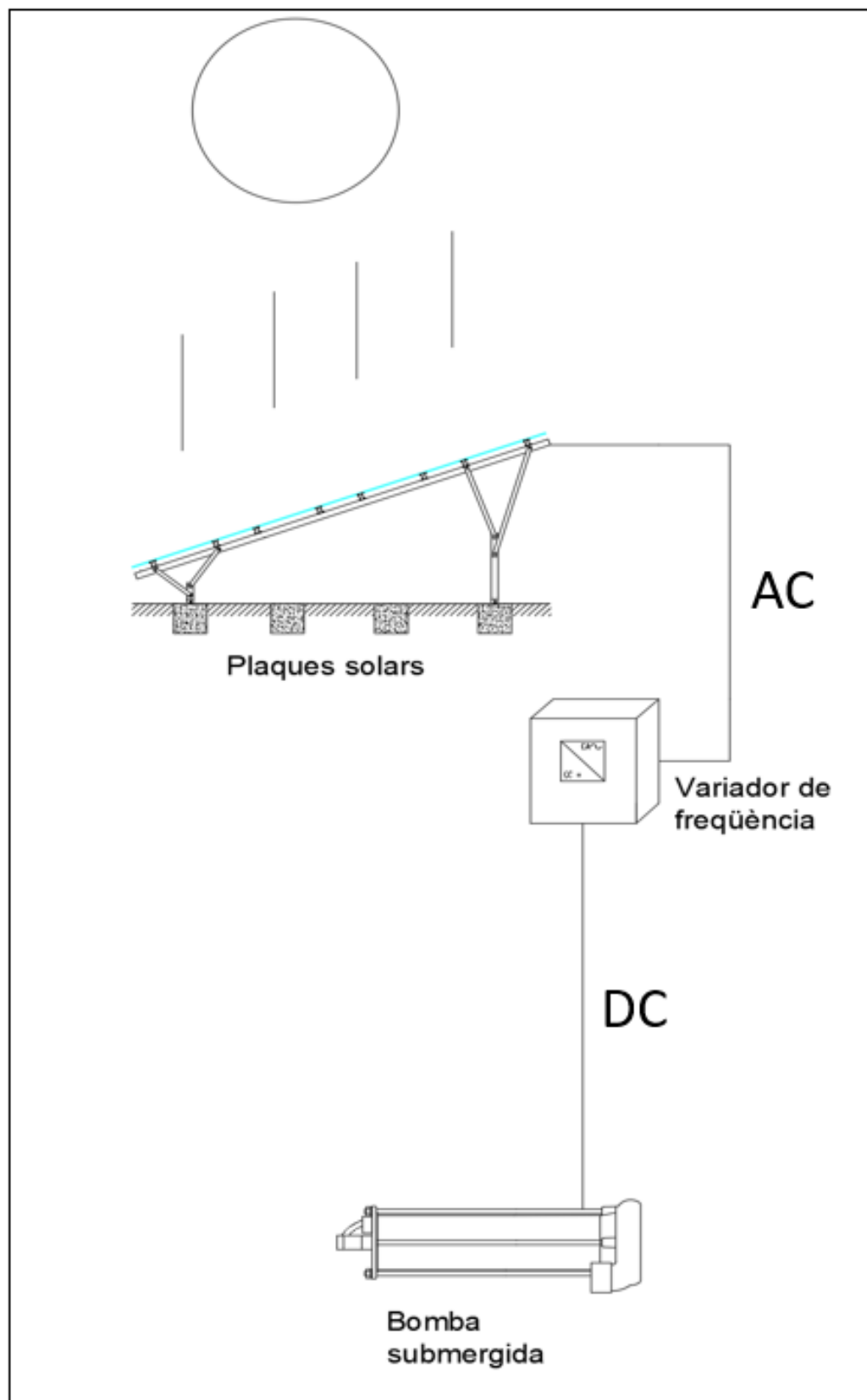


Figura 1: Esquema dels elements de bombament solar.

2.1. Condicionants de consum.

Les característiques que defineixen als sistemes utilitzats per al bombament queden condicionades segons:

- Necessitats diàries, mensuals o anuals d'aigua.
- Alçada manomètrica total d'impulsió.
- Latitud. Zona geogràfica i insolació mitjana diària a les diferents èpoques de l'any.

2.2. Dimensionat d'equips solars per a bombament directe d'aigua.

En aquest apartat s'ha seguit la metodologia proposada al *“Manual de Bombeo Fotovoltaico del Insitituto de Energia Solar (IES) i Ingeriería sin Fronteras (199)”*.

Per poder fer un correcte dimensionat de la instal·lació, partirem de la potencia elèctrica de la bomba que hem calculat anteriorment, i que ens servirà per calcular el nombre de panells solars necessaris per abastir les seves necessitats.

Atenent als càlculs de l'annex hidràulic, es requereix una bomba amb una potència de 2 CV, el representa 1500 W.

Aquesta potència és la que ha d'aportar el generador fotovoltaic, tenint en compte les pèrdues de carrega i el fet que la irradiació solar varia al llarg del dia.

2.2.1. Càlcul del nombre de panells fotovoltaics

Per tant, a partir de les necessitats calculades anteriorment escollim uns panells fotovoltaics que subministren una potència màxima de 275 W/mòdul¹. El nombre de panells solars ve definit per la formula que s'expressa a continuació.

$$\frac{P_{el}}{\left(\frac{G}{G_{ref}}\right) * \eta * P_{nom}} = N_p$$
$$\frac{1500 W}{0,733 W * 0,65 * 275 W} = 11,44 \text{ panells fotovoltaics.}$$

On;

P_{el} = 1500 W. És la potencia total de la bomba de reg.

G/G_{ref} = 0,733W. Corresponent a la irradiació mitjana per als mesos d'estiu a l'Alt Empordà.

η = 65%. Rendiment del panell fotovoltaic.

P_{nom} = 275 W. Potència màxima del panell fotovoltaic.

N_p = Nombre de panells solars.

2.2.2. Distribució dels panells solars

Les 12 plaques solars, es distribuiran en 6 mòduls en sèrie de 2 plaques connectades en paral·lel cada un (**Figura 2**). Amb aquesta distribució optimitzem el valor econòmic del variador de freqüència, ja que, disminuïm la intensitat i augmentem el voltatge.

- Intensitat per placa.

$$I = \frac{P}{V} = 4,6 A$$

On;

P = 275 W. Potència màxima del panell solar.

V = 60 V. Màxima tensió del panell solar.

I = 4,6 A. Intensitat per placa.

¹Panel solar Techno Sun de 1,65m x 0,992 m (1,64 m²).

- Voltatge total del generador fotovoltaic.

$$V_t = V_p * n^{\circ} \text{ de connexions en sèrie dels panells solars} = 6 \times 60V = 360V$$

On;

V_t = Tensió total del generador fotovoltaic.

V_p = 60 V. Tensió de cada panell solar.

Nº de connexions en sèrie dels panells solars = 6 panells solars en sèrie.

- Potència total màxima instal·lada

$$P_t = P * n^{\circ} \text{ de panells} = 3312 W$$

On;

P = Potència del panell, 275 W.

Nº de panells = 6 panells.

P_t = Potència màxima del sistema.

- Intensitat total subministrada per la instal·lació

$$I = \frac{P_t}{V_t} = 9,17 A$$

On;

I = intensitat màxima generada per la instal·lació.

P_t = Potència màxima del sistema, 3312 W.

V_t = Tensió del sistema, 360 V.

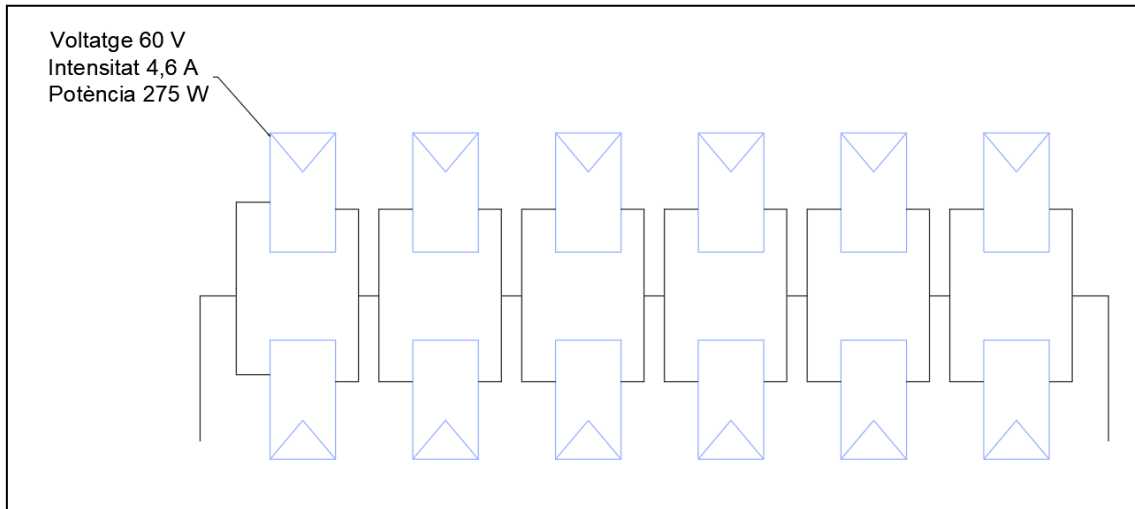


Figura 2: Esquema de la distribució dels panells solars.

2.2.3. Intensitat requerida per la bomba de reg

En funció de les característiques de la bomba subministrades pel fabricant, es calcula la intensitat requerida pel equip de bombeig. La bomba funciona en corrent alterna trifàsica amb una tensió entre 200 i 240 V.

$$I = \frac{P \cdot K}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi \cdot \rho} = 8,02 \text{ A}$$

On;

I= intensitat requerida per la bomba

P= 1500 W. Potència de la bomba.

K= coeficient d'arrancada. Serà 1 per disposar de variador de freqüència.

V= 200 V. Tensió més desfavorable de funcionament.

Degut a la falta d'informació pel fabricant de la bomba, escollim un $\cos \varphi$ i un rendiment baix, per assegurar-nos el correcte funcionament del bombeig.

$\cos \varphi = 0,75$. Cosinus del motor.

$\rho = 0,8$. Rendiment del motor.

2.2.4. Càlcul de la secció

Seguint els criteris dels equips subministradors, es limita la caiguda de tensió, a 5V tant a la línia continua (AC) com a la alterna (CD).

Els resultats, son cables de coure de 2x4+T4 mm² de secció per la línia continua i 3x1,5+T1,5 mm² per la línia d'alterna.

Línia continua

$$S = \frac{2 * L * I}{K * V} = 3,28 \text{ mm}^2$$

On;

S= Secció del cable (mm²)

L= 50 m. Longitud del cable (m).

I= Intensitat màxima generada per la instal·lació, 9,17 A

K= 56. Constant per el coure a 25°C.

V= 5 V. Caiguda de tensió admissible.

Secció comercial recomanat= 4 mm²

Línia alterna

$$S = \frac{\sqrt{3} * L * I * \cos \varphi}{K * V} = 0,37 \text{ mm}^2$$

S= Secció del cable (mm²)

L= 10 m. Longitud del cable (m).

I= 8,02 A. Intensitat (A).

Cos φ= 0,75. Considerem 0,75 per la bomba escollida.

K= 56. Constant per el coure a 25°C.

V= 5 V. Caiguda de tensió admesa.

Secció comercial recomanat= 1,5 mm²

3. Caracterització del conjunt d'elements energètics.

3.1. Panells fotovoltaics.

La casa comercial dels panells fotovoltaics (**Imatge 1**) és *Techno Sun* concretament les “*Serie Honey*”, a la **Taula 1** es mostren les característiques tècniques.

Taula 1: Caracterització tècnica dels panells fotovoltaics.

Model	Potència màxima (Pmax)	Màxima tensió del sistema (V)	Tamany de la cèl·lula (mm)	Numero de cèl·lules	Tipus de conector	Alçada (mm)	Amplada (mm)	Profunditat (mm)	Pes (kg)
TSM-275PD05	275 W	60 V	Policristalina	60	MC4	1650	992	35	18,6

Les plaques solars estan orientades al est i amb un grau d'inclinació de 42°.



Imatge 1: Panells fotovoltaics que captaran l'energia necessària per fer funcionar la bomba.

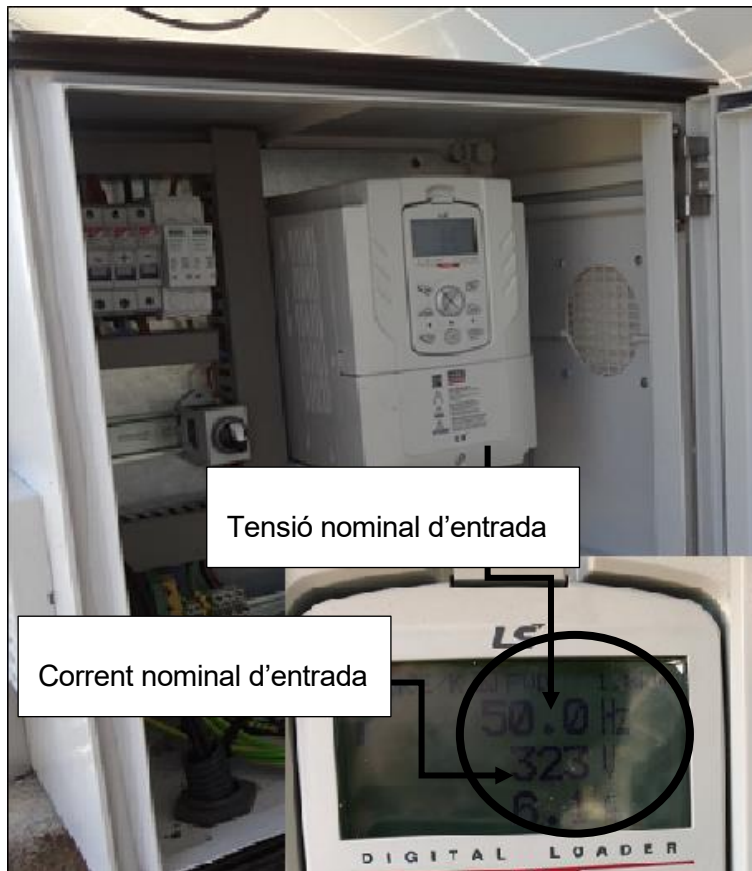
3.2. Convertidor/Variador de freqüència.

L'equip que es mostra a la **Imatge 2** és l'encarregat de convertir corrent continua a corrent alterna, a més evitarà parades brusques d'alimentació i mantindrà la bomba dins d'un rang de treball òptim, sense superar ni disminuir els límits de potència requerida pel motor, això ens permetrà regular la velocitat, el sentit de gir i protegir el motor elèctric.

Els mòduls fotovoltaics que farem servir donen un total de 60 V que multiplicats per 6 donen un total de 360 V a corrent continua d'entrada al sistema, que es convertiran a 230 V de corrent alterna trifàsic. Les característiques tècniques es mostren a la **Taula 2**.

Taula 2: Caracterització tècnica del variador de freqüència instal·lat.

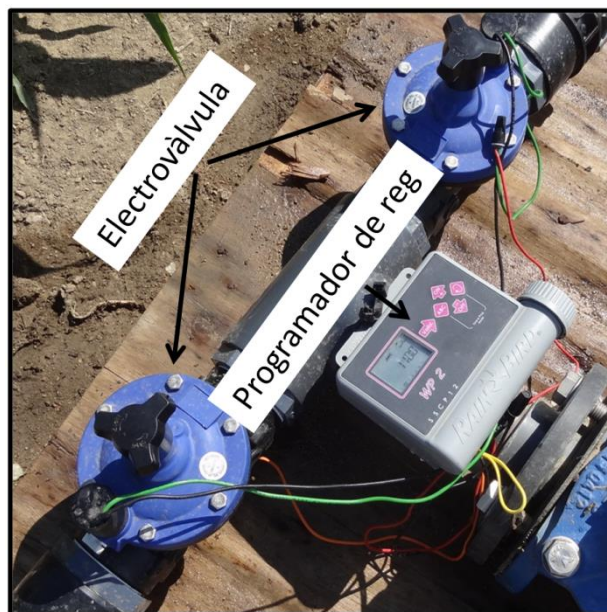
Model		LSSV-0015.H100-2
Motor aplicat	CV	2
	kW	1,5
Dades de sortida	Capacitat nominal de sortida (kVA)	3
	Corrent nominal (A)	8
	Freqüència de sortida	0-50 Hz
	Tensió de sortida (V)	3 fases 200-240V
Dades d'entrada	Tensió nominal d'entrada (V)	2 Continua 360V
	Corrent nominal (A)	10
Pes (kg)		3,3



Imatge 2: Informació que ens proporciona el variador de freqüència.

4. Programador de reg.

El programador de reg ens permetrà automatitzar el sistema i poder regular el temps de reg segons les necessitats del cultiu, enviant senyals d'obertura o tancament a les electrovàlvules (**Imatge 3**).



Imatge 3: Representació fotogràfica dels elements que presenta el programador de reg.

El programador de reg és de la casa comercial “*RAINBIRD*” de tipus WP-2, compleix les característiques de la **Taula 3**.

Taula 3: Especificacions generals i elèctriques del programador de reg

Especificacions	
Calendari de programació	Setmanal cada 7 dies
Numero d'estacions	2
Temps de reg per estació	Des de 1 minut a 12 hores
Rang de temperatura de funcionament	-20°C a 70°C

Especificacions elèctriques	
Mecanisme de funcionament	1 pila alcalina de 9V
Distància màxima entre el programador i el solenoide amb un cable de 1,5 mm ²	30 metres

1. OBJECTE	1
2. FULL DE CULTIU	1
TAULA 1: <i>FULL DE CULTIU</i>	2
3. SEGUIMENT DEL PROJECTE.	3
3.1. Disposició i caracterització dels elements de seguiment.....	3
3.1.1. Sondes.....	3
3.1.2. Cabalímetres.....	7

1. Objecte

L'objecte principal d'aquest projecte, és el disseny d'una instal·lació de reg localitzat amb suport d'energia renovable, per a una parcel·la d'una hectàrea de blat de moro.

Aquest annex presenta la proposta de cultiu i la metodologia o caracterització dels aparells de seguiment.

2. Full de cultiu

La **Taula 1** ens mostra el resum del full de cultiu, que a partir de les quinzenes de cada més ens dona una informació sobre; l'operació del cultiu, la mà d'obra, la maquinària utilitzada i els productes emprats .

Taula 1: Full de cultiu

Full cultiu Blat de moro				Superfície 0,9 ha	
Mes	Quinzena	Operació de cultiu	Mà d'obra	Maquinària Utilitzada	Productes emprats
Abril	1a	Passar grada de discos	1 hora	Tractor + arada	
	2a	Femar	45 min	Tractor + Ventall	40000 kg de fems barrejats amb serradura
Maig	1a	Passar grada de discos	45 min		
	2a	Llit de sembra	1 hora	Tractor + Chisel	
	2a	Sembrar	1 hora	Tractor + Sembradora	80000 llavors/ha (0,75 x 15 cm) Varietat P15741 de Blat de Moro
		Herbicida pre-emergencia	1 hora	Tractor + aplicador d'herbicida	Lumax a una dosi de 4L/ha
Juny	1a	Adob de cobertora	1 hora	Tractor + abonadora pendolar	Adob granular a una dosis de 250kg/ha
	2a				
Juliol	1a				
	2a				
Agost	1a				
	2a	Collir	1 hora	Tractor + recol·lectora	

3. Seguiment del projecte.

Al tractar-se d'un projecte d'investigació és imprescindible saber el consum d'aigua diari i el volum que ocupa al sòl. És per això que col·locarem un cabalímetre de molinet (tipus Walkman) a cada sector i un digital a un d'ells. Per altre banda, s'instal·laran unes sondes, que via radio, ens indicaran el contingut d'aigua al sòl. D'aquesta manera farem un ús eficient dels recursos i ens assegurarem que la instal·lació funciona correctament.

3.1. Disposició i caracterització dels elements de seguiment.

Els apartats que es presenten a continuació corresponen a l'explicació de la disposició i caracterització de les sondes i els cabalímetres.

3.1.1. Sondes.

La instal·lació de les sondes (**Imatge 2**) ha de situar-se en un lloc representatiu del camp (**Plànol 3**), els sensors mesuren el contingut volumètric de l'aigua al sòl, per tant, qualsevol espai d'aire o compactació excessiva pot influir a la lectura, hem de maximitzar el contacte entre els sensors i el sòl.

En primer lloc realitzarem un forat (**Imatge 1**), en el qual col·locarem els sensors a diferents profunditats, en el nostre cas ens interessa conèixer el contingut volumètric d'aigua a 20, 40 i 60 cm. Introduïrem suaument els sensors a aquestes profunditats perpendicularment a la paret del forat i sense danyar les pues (**Figura 1**). En segon lloc tornarem a cobrir el forat sense malmetre l'estructura i intentant mantenir la densitat aparent original, per acabar connectarem l'estèreo (**Figura 2**) de cada sensor a un dels ports del registrador, per enviar les lectures a la plataforma digital.



Imatge 1: Forat en el que introduïrem els sensors.



Imatge 2: Sonda un cop instal·lada a la parcel·la de Vilarnadal.

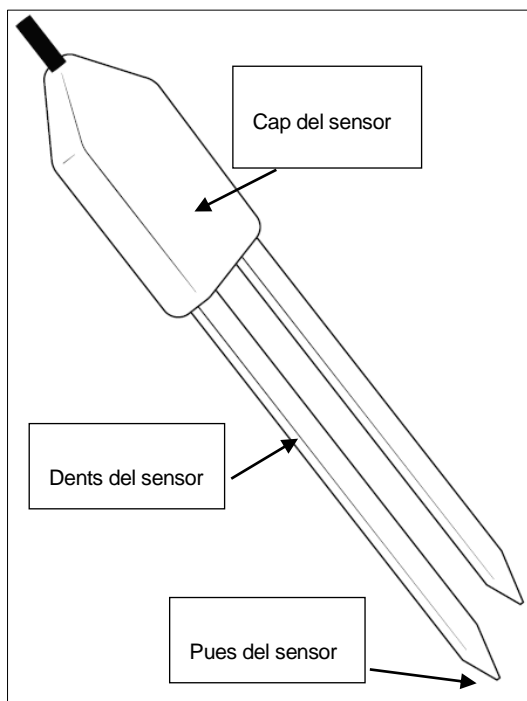


Figura 1: Parts característiques del sensor.

Font: Elaboració pròpia a partir del manual tècnic de l'empresa comercial.



Figura 2: Connexió del estèreo del sensor.

Font: Elaboració pròpia a partir del manual tècnic de l'empresa comercial.

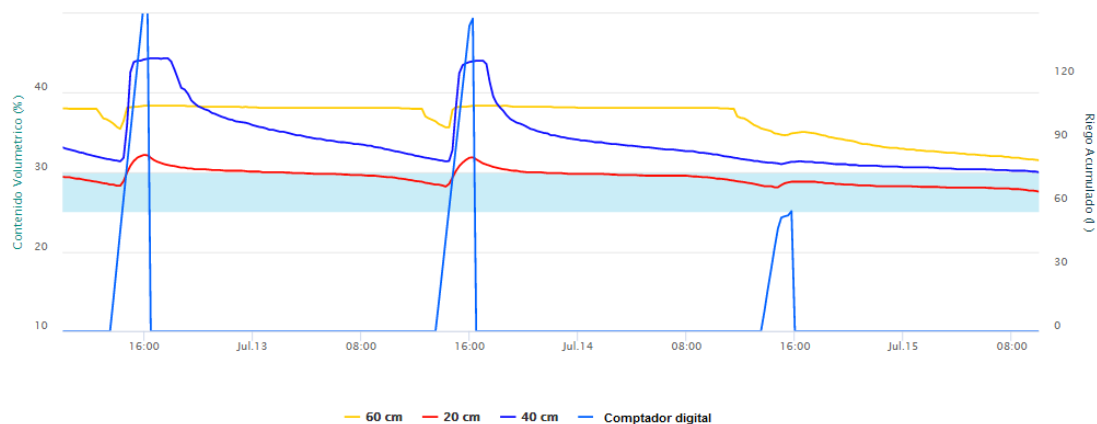
La **Taula 2** mostra les característiques de les sondes.

Taula 2: Caracterització tècnica del sensors.

Font: Manual tècnic de l'empresa comercial.

Casa comercial	Decagon 10HS	
Especificacions dels sensors de mesura		
Rang	0%-57% VWC	
Precisió	3% VWC	Per una calibració estàndard i una CE<10 dS/m
Dimensions	16 cm	Llarg
	3,3 cm	Amplada
	0,8 cm	Alçada
Longitud de la dent	10 cm	
Temperatura de treball	40°C a 50°C	
Allargada del cable connector	5 metres	

L'equip de sondeig envia lectures reiteradament via web (<http://visor.ag-zoom.com/es/login>), aquestes surten representades tal com mostra el **Gràfic 1**, en el qual observem el contingut volumètric d'aigua (%) i el reg acumulat (L). La franja de color blau marí, indica els límits del contingut d'aigua a capacitat de camp, si fem una bona gestió del reg, la corba a 20 cm hauria de mantenir-se dins d'aquesta àrea. El gràfic també incorpora el consum d'aigua del comptador digital.



Gràfic 1: Representació gràfica de les lectures diàries a 20, 40 i 60 cm de profunditat.

Font: Plataforma digital "visor.ag-zoom".

3.1.2. Cabalímetres.

És important col·locar els comptadors en un punt on la influència de variables sigui mínima. Els instal·larem al centre de cada sector (**Plànol 3**), per tant els m³ llegits corresponen al cabal que passa al llarg de la distància restant del lateral de reg.

L'objectiu principal de col·locar comptadors és conèixer els m³/ha/dia i els m³/ha acumulats a partir de les expressions següents.

$$A_t = d * S_l * (10000 \text{ m}^2)$$

On;

A_t: Àrea de treball del lateral (ha).

d: Distància restant del lateral (m).

S_l: 1,5 m. Separació entre laterals.

$$V = \frac{C}{A_t}$$

$$V_d = \frac{\frac{C}{A_t}}{\text{Dies}}$$

On;

C: Consum d'aigua (m³).

V: Volum d'aigua consumit (m³/ha).

V_d: Volum d'aigua diari consumit (m³/ha/dia).

El comptador manual pertany a la casa comercial *Regaber* i presenta les característiques tècniques especificades a la **Taula 3**.

Taula 3: Característiques tècniques del comptador manual.

Font: Manual tècnic de la casa comercial *Regaber*.

CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES DEL COMPTADOR
El comptador només disposa d'una part mòbil, que en contacte amb l'aigua fa treballar l'agulla, el que comporta un mínim de desgast i gran fiabilitat.
El registrador està protegit per evitar condensació a la part interna del capçal, d'acer inoxidable i vidre.
La pressió màxima de treball és de 10 bars.
La màxima temperatura de treball és de 50°C.
Precisió entre Q_{min} i Q_t d'aproximadament el 5%.
Precisió entre Q_t i $Q_{màx}$ d'aproximadament el 2%.
Registrador de 6 dígit i 3 agulles.

Imatge 3: Cabalímetre manual de molinet.



El comptador digital (**Imatge 4**) ens servirà per conèixer no només els m³ consumits, sinó de testimoni per saber si ha regat o no en dies on la radiació solar no ha sigut intensa o dies en que hi ha hagut precipitacions, a partir de la comparativa entre les corbes representatives del comptador i de les sondes (**Gràfic 1**).

Pertany a la casa comercial *Zenner* , i presenta les característiques tècniques de la **Taula 4**.

Taula 4: Característiques tècniques del comptador digital.

Font: Manual tècnic de la casa comercial.

CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES DEL COMPTADOR
El comptador només disposa d'una part mòbil, que en contacte amb l'aigua fa treballar l'agulla, el que comporta un mínim de desgast i gran fiabilitat.
El registrador esta protegit per evitar condensació a la part interna del capçal, d'acer inoxidable i vidre.
La pressió màxima de treball és de 16 bars.
La màxima temperatura de treball és de 50°C.
Registrador de 8 dígit.
Aplicacions de registre digital via web.
Cabal nominal de 1,5 m3.

Imatge 4: Cabalímetre digital Zenner.





**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH**

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

**PROJECTE D'UNA INSTAL·LACIÓ DE REG LOCALITZAT
AMB SUPORT D'ENERGIA FOTOVOLTAICA PER A UNA
PARCEL·LA DE BLAT DE MORO D'UNA HECTÀREA A
L'ALT EMPORDÀ (EN EL MARC DE LA INVESTIGACIÓ
REALITZADA PER L'INSTITUT DE RECERCA I
TECNOLOGIA AGROALIMENTÀRI IRTA).**

Treball final de grau

Enginyeria Agroambiental i del Paisatge

**DOCUMENT NÚM. II
PLÀNOLS**

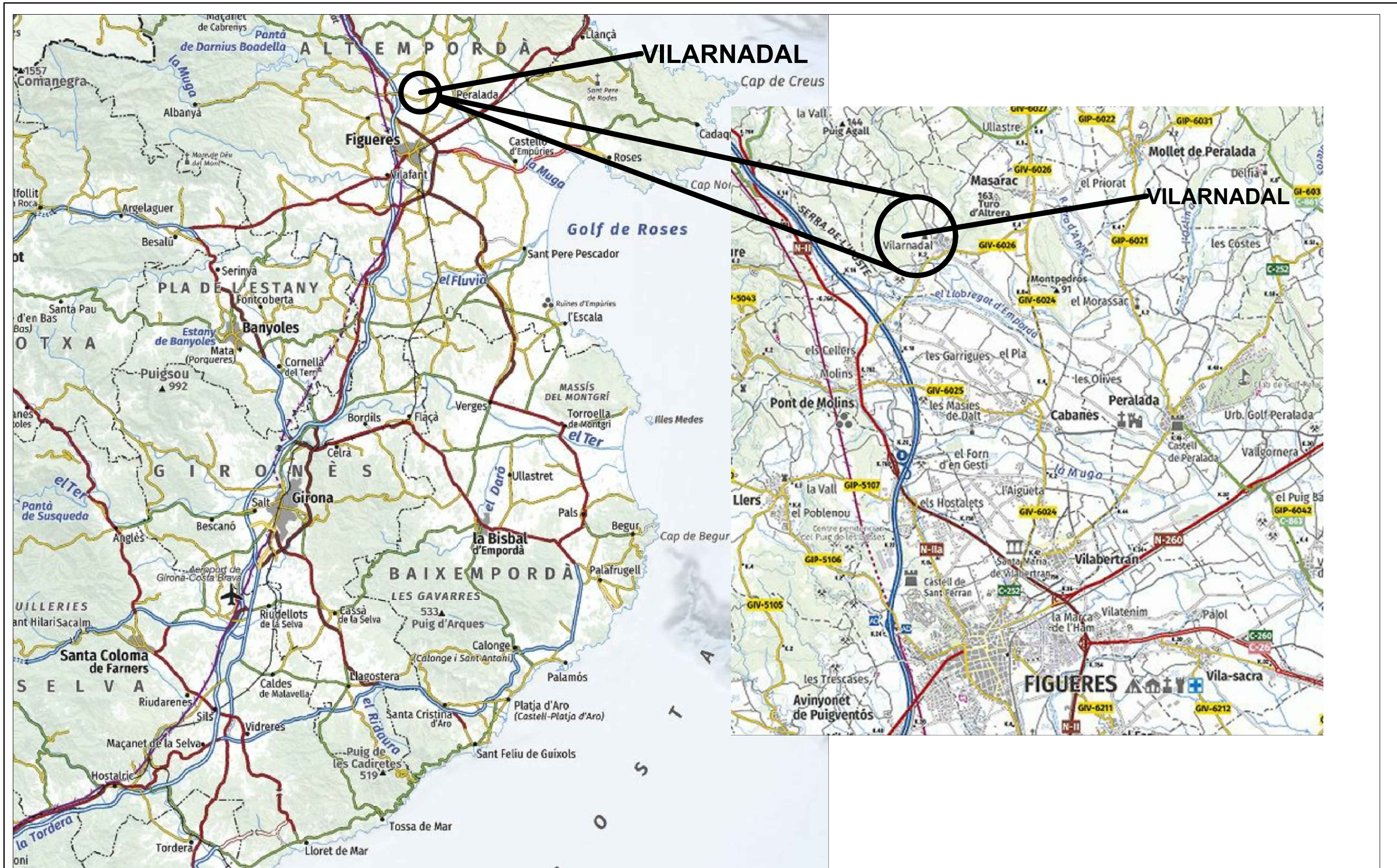
Autor: Dídac Cuadradas Jimenez

Tutor: Francisco Iranzo Iranzo

Data: setembre / 2019

ÍNDIX DE PLÀNOLS

PLÀNOL 1/5	SITUACIÓ
PLÀNOL 2/5	EMPLAÇAMENT I PROPOSTA D'ACTUACIONS
PLÀNOL 3/5	PLANTA DE LA INSTAL·LACIÓ DE REG
PLÀNOL 4/5	ELEMENTS DEL SISTEMA FOTOVOLTAIC
PLÀNOL 5/5	ESQUEMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELÈCTRIC



ALUMNE: DÍDAC CUADRADAS JIMENEZ

DÍDAC CUADRADAS JIMENEZ

PROYECTO: PROYECTO DEMOSTRATIVO D'UNA INSTAL·LACIÓ DE REG LOCALITZAT AMB SUPORT D'ENERGIA FOTOVOLTAICA PER A UNA PARCEL·LA DE BLAT DE MORO D'UNA HECTÀREA A L'ALT EMPORDÀ.

PLÀNOL:

SITUACIÓ

ESCALA:

Sense escala

Nº DE PLÀNOL:

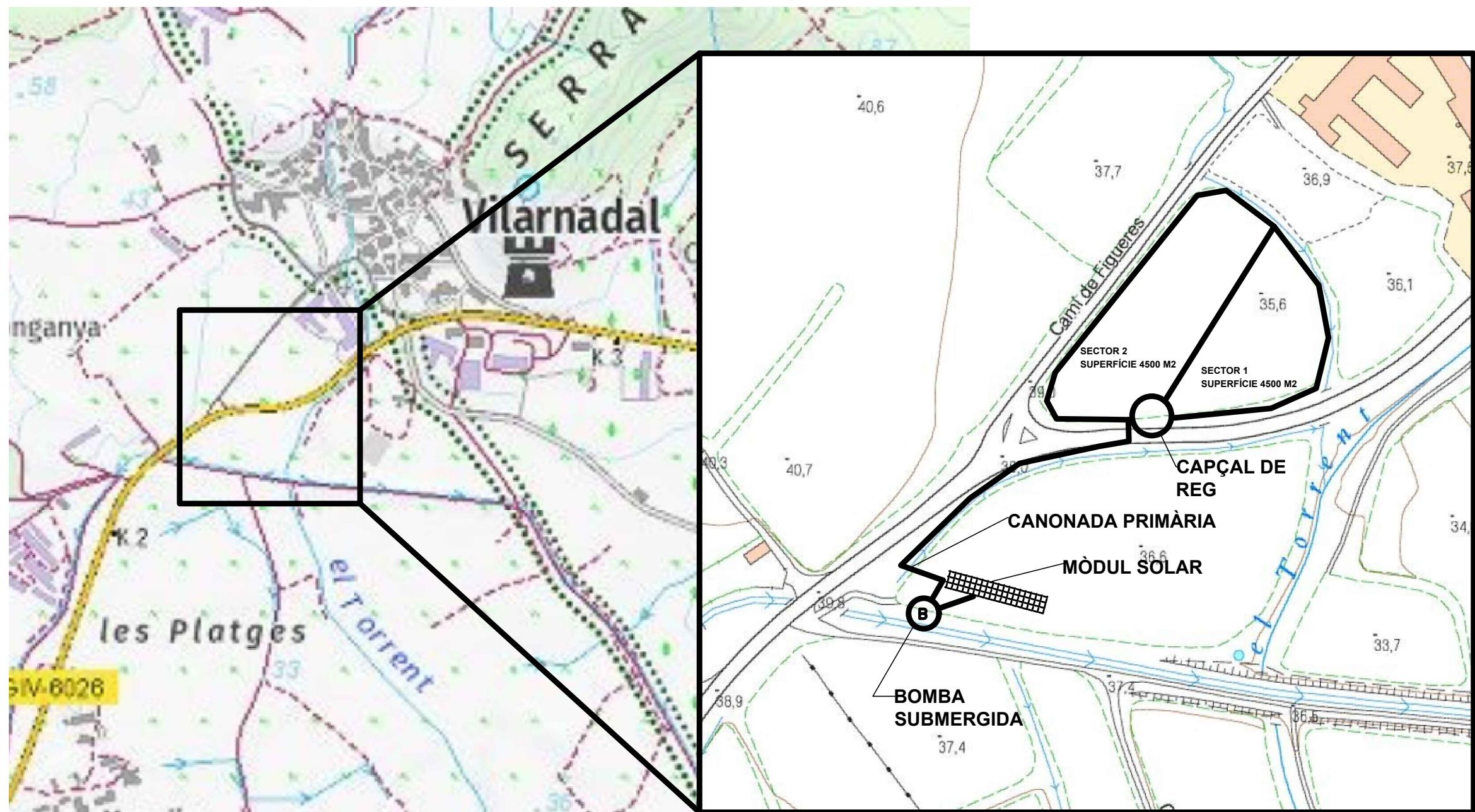
1/5

FORMAT:

A3

DATA:

2019/09/06



ALUMNE: DÍDAC CUADRADAS JIMENEZ

DÍDAC CUADRADAS JIMENEZ

PROYECTO: PROYECTO DEMOSTRATIVO D'UNA INSTAL·LACIÓ DE REG LOCALITZAT AMB SUPORT D'ENERGIA FOTOVOLTAICA PER A UNA PARCEL·LA DE BLAT DE MORO D'UNA HECTÀREA A L'ALT EMPORDÀ.

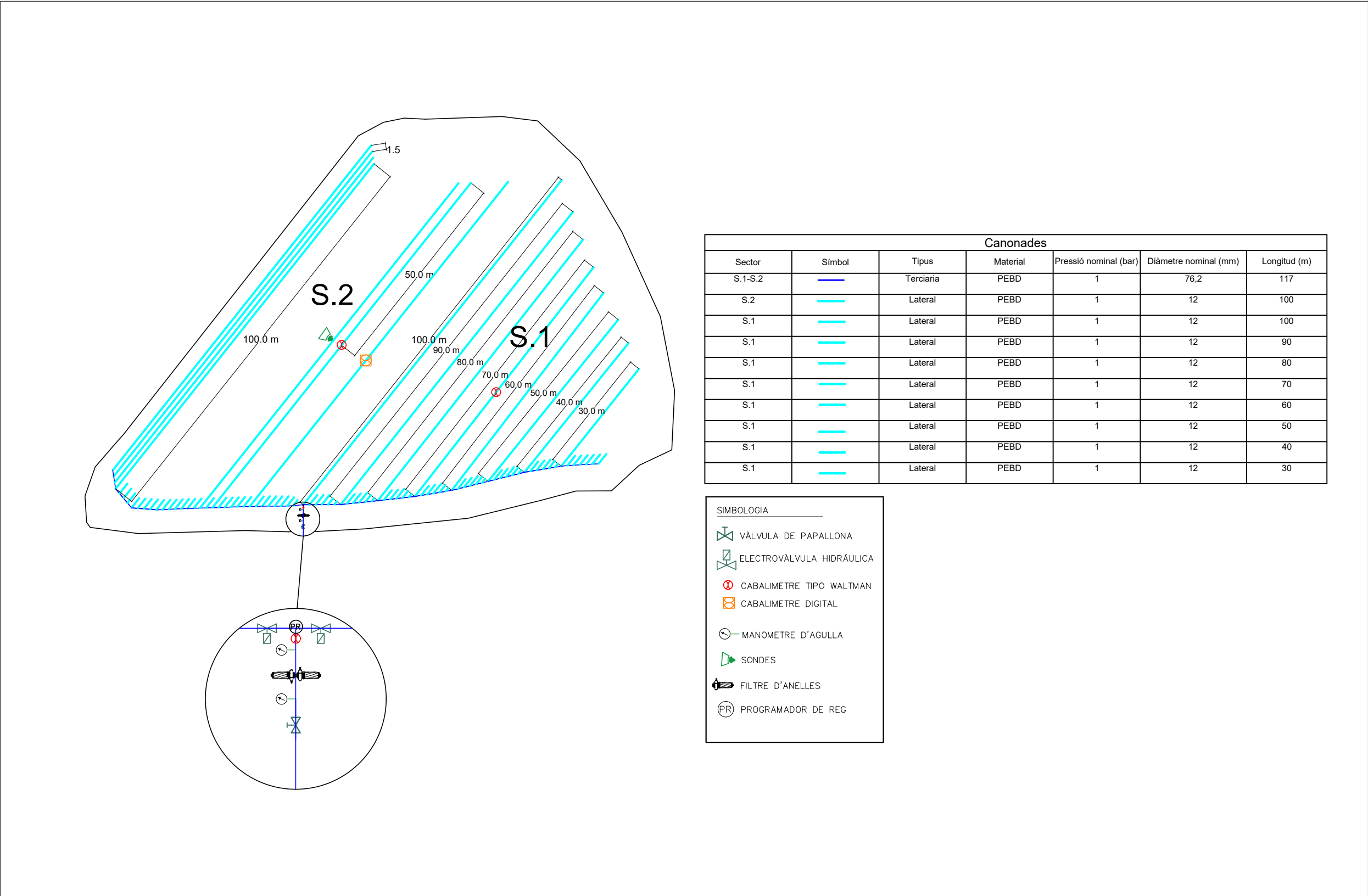
PLÀNOL: EMPLAÇAMENT I PROPOSTA D'ACTUACIONS

ESCALA:
Sense escala

FORMAT:
A3

Nº DE PLÀNOL:
2/5

DATA:
2019/09/06



Canonades						
Sector	Símbol	Tipus	Material	Pressió nominal (bar)	Diàmetre nominal (mm)	Longitud (m)
S.1-S.2		Terciària	PEBD	1	76,2	117
S.2		Lateral	PEBD	1	12	100
S.1		Lateral	PEBD	1	12	100
S.1		Lateral	PEBD	1	12	90
S.1		Lateral	PEBD	1	12	80
S.1		Lateral	PEBD	1	12	70
S.1		Lateral	PEBD	1	12	60
S.1		Lateral	PEBD	1	12	50
S.1		Lateral	PEBD	1	12	40
S.1		Lateral	PEBD	1	12	30

SIMBOLOGIA

VÁLVULA DE PAPALLONA

ELECTROVÁLVULA HIDRÀULICA

CABALIMETRE TIPO WALTMAN

CABALIMETRE DIGITAL

MANOMETRE D'AGULLA

SONDES

FILTRE D'ANELLES

PROGRAMADOR DE REG

ESCALA: 1:1000



ALUMNE: DÍDAC CUADRADAS JIMENEZ

DÍDAC CUADRADAS JIMENEZ

PROYECTO: PROYECTO DEMOSTRATIVO D'UNA INSTAL·LACIÓ DE REG LOCALITZAT AMB SUPORT D'ENERGIA FOTOVOLTAICA PER A UNA PARCEL·LA DE BLAT DE MORO D'UNA HECTÀREA A L'ALT EMPORDÀ.

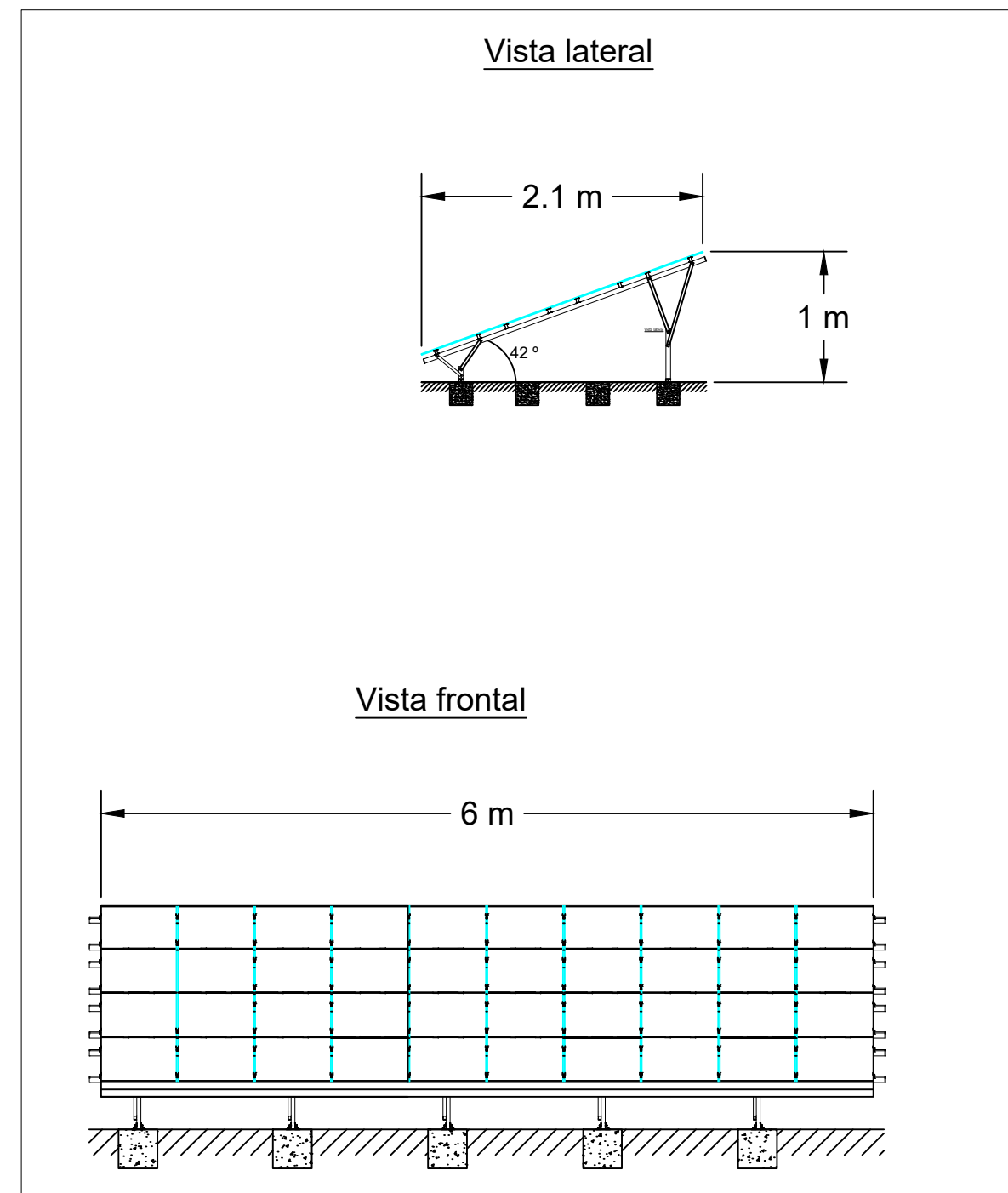
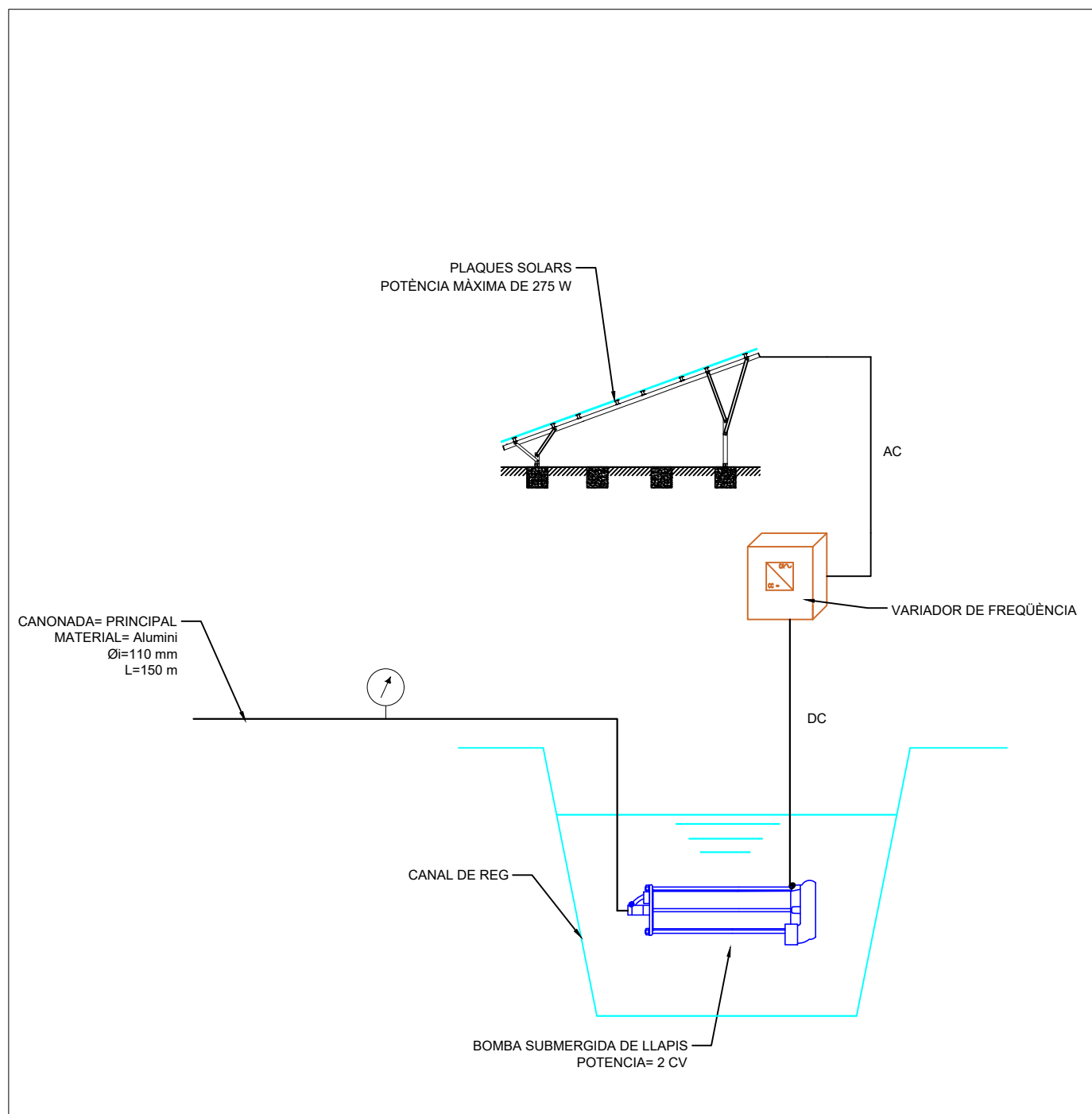
PLÀNOL: PLANTA DE LA INSTAL·LACIÓ DE REG

ESCALA:
ESCALA: 1:1000

FORMAT:
A3

Nº DE PLÀNOL:
3/5

DATA:
2019/09/06



ESCALA: 1:50



ALUMNE: DIDAC CUADRADAS JIMENEZ

DÍDAC CUADRADAS JIMENEZ

PROJECTE: PROJECTE DEMOSTRATIU D'UNA INSTAL·LACIÓ DE REG LOCALITZAT AMB SUPORT D'ENERGIA FOTOVOLTAICA PER A UNA PARCEL·LA DE BLAT DE MORO D'UNA HECTÀREA A L'ALT EMPORDÀ.

PLÀNOL: ELEMENTS DEL SISTEMA FOTOVOLTAIC

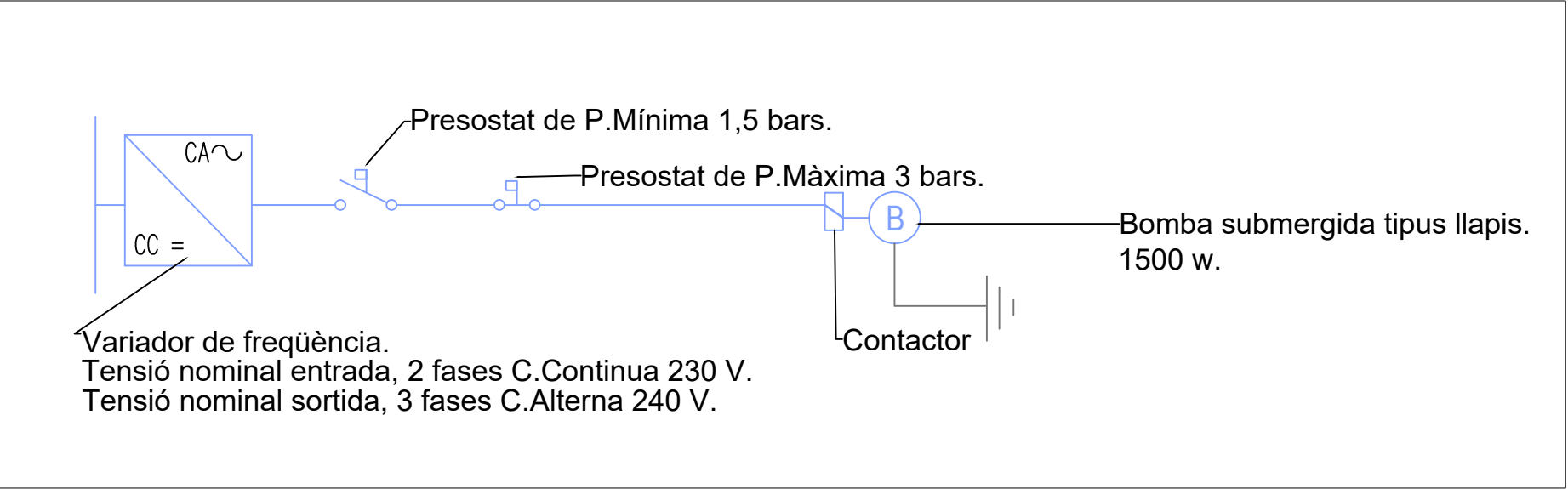
ESCALA:
ESCALA: 1:50

FORMAT:
A3

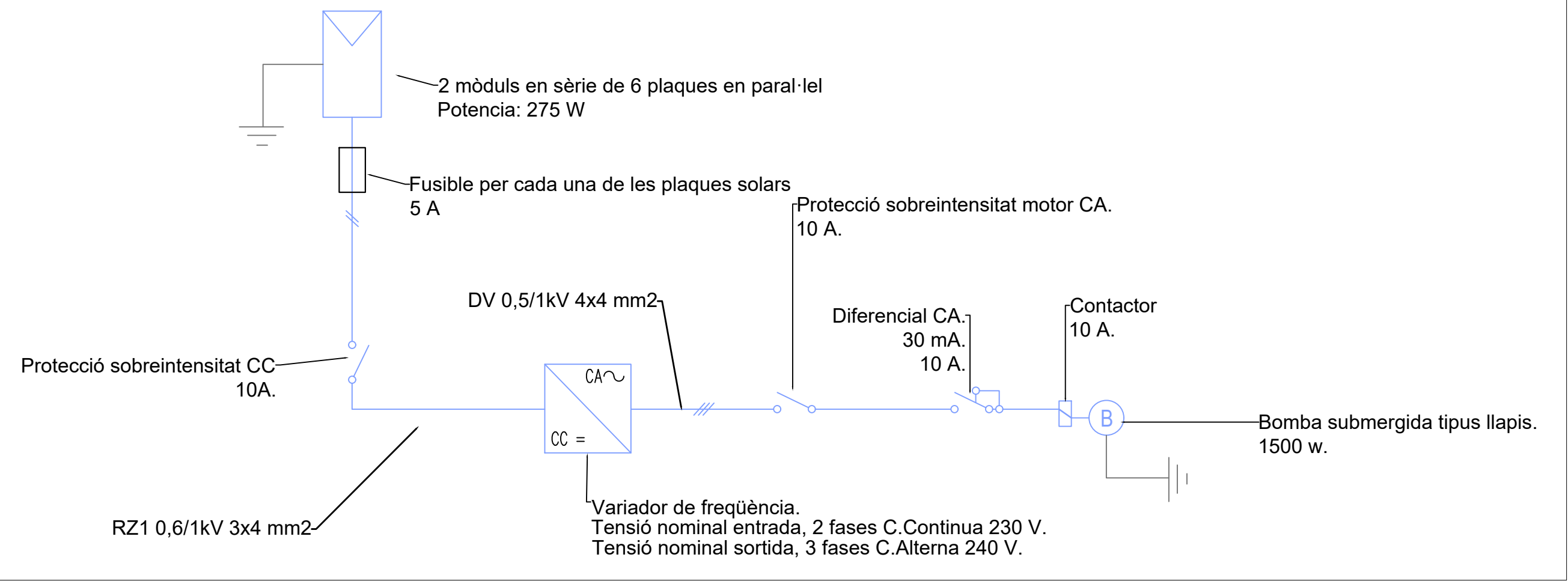
Nº DE PLÀNOL:
4/5

DATA:
2019/09/06

ESQUEMA DE MANIOBRA



ESQUEMA DE PROTECCIÓ



ALUMNE: DÍDAC CUADRADAS JIMENEZ

DÍDAC CUADRADAS JIMENEZ

PROYECTO: PROYECTO DEMOSTRATIVO D'UNA INSTAL·LACIÓ DE REG LOCALITZAT AMB SUPORT D'ENERGIA FOTOVOLTAICA PER A UNA PARCEL·LA DE BLAT DE MORO D'UNA HECTÀREA A L'ALT EMPORDÀ.

PLÀNOL: ESQUEMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELÈCTRIC

ESCALA:
Sense escala

FORMAT:
A3

Nº DE PLÀNOL:
5/5

DATA:
2019/09/06



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH**

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

**PROJECTE D'UNA INSTAL·LACIÓ DE REG
LOCALITZAT AMB SUPORT D'ENERGIA
FOTOVOLTAICA PER A UNA PARCEL·LA DE BLAT DE
MORO D'UNA HECTÀREA A L'ALT EMPORDÀ (EN EL
MARC DE LA INVESTIGACIÓ REALITZADA PER
L'INSTITUT DE RECERCA I TECNOLOGIA
AGROALIMENTÀRI, IRTA).**

Treball final de grau

Enginyeria Agroambiental i del Paisatge

DOCUMENT NÚM. III

PRESSUPOST

Autor: Dídac Cuadradas Jimenez

Tutor: Francisco Iranzo Iranzo

Data: setembre / 2019

1.	AMIDAMENTS	1
2.	QUADRE DE PREUS	4
3.	PRESSUPOSTOS PARCIALS	7
4.	RESUM DEL PRESSUPOST GENERAL	10

1. Amidaments

CAPÍTOL 1: ADEQUACIÓ DE LA PARCEL·LA.

Número de partida	Descripció	Núm. unitats	Unitats
1.1	Neteja i desbrossament del terreny.	1	Ha
1.2	Instal·lació de pastor elèctric.	380	m

CAPÍTOL 2: CULTIU.

Número de partida	Descripció	Núm. unitats	Unitats
2.1	Blat de moro per sembrar, varietat P15741.	20	Kg

CAPÍTOL 3: INSTAL·LACIÓ DE REG.

Subcapítol 3.1: Canonades

Número de partida	Descripció	Núm. unitats	Unitats
3.1.1	Canonada d'alumini de 110 mm de diàmetre interior.	150	m
3.1.2	Mànega de polietilè de 76 mm de diàmetre amb una separació de 1,52 cm entre laterals i una pressió màxima de 3 bars.	114	m
3.1.3	Tub de polietilè de 63 mm de diàmetre nominal exterior, de 6 bars de pressió nominal, connectat a pressió.	7	Ut

Subcapítol 3.2: Elements singulars

Número de partida	Descripció	Núm. unitats	Unitats
3.2.1	Cinta de reg, amb una separació entre emissors de 0,3 metres, amb un cabal nominal de 1,05 L/m i una pressió nominal d'1 bar.	6000	m
3.2.2	Colzes de 90° d'alumini amb un diàmetre interior de 110 mm.	4	Ut
3.2.3	Colzes de 90 ° de polietilè amb un diàmetre interior de 76 mm.	3	Ut
3.2.4	Electrovàlvula de plàstic per a canonades de diàmetre interior 63 mm. Cabal màxim de 34 m³/h, pressió màxima de 10 atm. Solenoide i regulador de cabal incorporat.	2	Ut
3.2.5	Vàlvula manual de papallona.	1	Ut
3.2.6	Manòmetre d'acer inoxidable.	3	Ut
3.2.7	Comptadors "Waltman".	3	Ut
3.2.8	Comptador digital.	1	Ut
3.2.9	Colzes de 90 ° de polietilè amb un diàmetre interior de 12 mm.	36	Ut

Subcapítol 3.3: Equip de filtratge.

Número de partida	Descripció	Núm. unitats	Unitats
3.3.1	Filtre d'anelles	2	Ut

Subcapítol 3.4: Automatització.

Número de partida	Descripció	Núm. unitats	Unitats
3.4.1	Programador de reg.	1	Ut

Subcapítol 3.5: Bombament.

Número de partida	Descripció	Núm. unitats	Unitats
3.5.1	Bomba Submergida de tipus llapis, SACI AR 200-07 T	1	Ut

CAPÍTOL 4: INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA.

Subcapítol 4.1: Conductors.

Número de partida	Descripció	Núm. unitats	Unitats
4.1.1	Cable conductor de coure, de secció 3 x 4 mm ² .	50	m
4.1.2	Cable conductor de coure, de secció 4 x 1,5 mm ² .	10	m

Subcapítol 4.2: Proteccions.

Número de partida	Descripció	Núm. unitats	Unitats
4.2.1	Interruptor automàtic magnetotèrmic de 10 A, per corrent continua.	1	Ut
4.2.2	Interruptor automàtic magnetotèrmic de 10 A, tripolar (3 P), per corrent alterna.	1	Ut
4.2.3	Interruptor diferencial de classe AC, de 25 A d'intensitat nominal, tetrapolar (4 P) i de 30 mA de sensibilitat.	1	Ut

Subcapítol 4.3: Varis.

Número	Descripció	Núm. unitats	Unitats
4.3.1	Panells fotovoltaics de la casa comercial <i>Technosun</i> , "Series Honey", de 60 cel·lules i marc d'alumini	1	Ut
4.2.2	Variador de freqüència LS 1,5 KW, de 360 V C.C d'entrada i 230 V C.A de sortida.	1	Ut
4.2.3	Contactador de 10 A, tripolar (3 P).	1	Ut
4.2.4	Pressòstats amb un rang de pressió de 1 a 30 bars.	2	Ut

2. Quadre de preus

CAPÍTOL 1: ADEQUACIÓ DE LA PARCEL·LA.

Número de partida	Descripció	Preu unitari (€)
1.1	Neteja i desbrossament del terreny.	50
1.2	Instal·lació de pastor elèctric.	0,4

CAPÍTOL 2: CULTIU.

Número de partida	Descripció	Preu unitari (€)
2.1	Blat de moro per sembrar, varietat P15741.	5

CAPÍTOL 3: INSTAL·LACIÓ DE REG.

Subcapítol 3.1: Canonades

Número de partida	Descripció	Preu unitari (€)
3.1.1	Canonada d'alumini de 110 mm de diàmetre interior.	2,1
3.1.2	Mànega de polietilè de 76 mm de diàmetre amb una separació de 1,52 cm entre laterals i amb una pressió màxima de 3 bars.	3,6
3.1.3	Tub de polietilè de 63 mm de diàmetre nominal exterior, de 6 bars de pressió nominal, connectat a pressió.	0,53

Subcapítol 3.2: Elements singulars

Número de partida	Descripció	Preu unitari (€)
3.2.1	Cinta de reg, amb una sepració entre emissors de 0,3 metres, amb un cabal nominal de 1,05 L/m i pressió nominal d'1 bar.	0,06
3.2.2	Colzes de 90° d'alumini amb un diàmetre interior de 110 mm.	9,5
3.2.3	Colzes de 90 ° de polietilè amb un diàmetre interior de 76 mm.	6,5
3.2.4	Electrovàlvula de plàstic per a cononades de diàmetre interior 63 mm. Cabal màxim de 34 m³/h, pressió màxima de 10 atm. Solenoide i regulador de cabal incorporat.	24,5
3.2.5	Vàlvula manual de papallona.	90
3.2.6	Manòmetre d'acer inoxidable.	50
3.2.7	Comptadors "Waltman".	65
3.2.8	Comptador digital.	80
3.2.9	Colzes de 90 ° de polietilè amb un diàmetre interior de 12 mm.	3,8

Subcapítol 3.3: Equip de filtratge.

Número de partida	Descripció	Preu unitari (€)
3.3.1	Filtre d'anelles	147

Subcapítol 3.4: Automatització.

Número de partida	Descripció	Preu unitari (€)
3.4.1	Programador de reg.	160

Subcapítol 3.5: Bombament.

Número de partida	Descripció	Preu unitari (€)
3.5.1	Bomba Submergida de tipus llapis, SACI AR 200-07 T	500

CAPÍTOL 4: INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA.

Subcapítol 4.1: Conductors.

Número de partida	Descripció	Preu unitari (€)
4.1.1	Cable conductor de coure, de secció 3 x 4 mm ² .	1,44
4.1.2	Cable conductor de coure, de secció 4 x 1,5 mm ² .	0,82

Subcapítol 4.2: Proteccions.

Número de partida	Descripció	Preu unitari (€)
4.2.1	Interruptor automàtic magnetotèrmic de 10 A, per corrent continua.	58,5
4.2.2	Interruptor automàtic magnetotèrmic de 10 A, tripolar (3 P)	28,6
4.2.3	Interruptor diferencial de classe AC, de 25 A d'intensitat nominal, tetrapolar (4 P) i de 30 mA de sensibilitat.	128,26

Subcapítol 4.3: Varis.

Número de partida	Descripció	Preu unitari (€)
4.3.1	Panells fotovoltaics de la casa comercial <i>Technosun</i> , "Series Honey", de 60 cel·lules i marc d'alumini	108,3
4.2.2	Variador de freqüència LS 1,5 KW, de 360 V C.C d'entrada i 230 V C.A de sortida.	695
4.2.3	Contactor de 10 A, tripolar (3 P).	7,05
4.2.4	Pressòstats amb un rang de pressió de 1 a 30 bars.	40

3. Pressupostos parcials

CAPÍTOL 1: ADEQUACIÓ DE LA PARCEL·LA.

Número de partida	Concepte	Nº Unitats	Unitats	Preu unitari (€)	Import (€)
1.1	Neteja i desbrossament del terreny.	0,1	Ut	50	5
1.2	Pastor elèctric.	380	Ut	0,4	152
				Total capítol 1	157

CAPÍTOL 2: CULTIU.

Número de partida	Concepte	Nº unitats	Unitats	Preu unitari (€)	Import (€)
2.1	Blat de moro.	20	Ut	5	100
				Total capítol 2	100

CAPÍTOL 3: INSTAL·LACIÓ DE REG.

Subcapítol 3.1: Canonades

Número	Concepte	Nº unitats	Unitats	Preu unitari (€)	Import (€)
3.1.1	Canonada d'alumini	150	m	2,1	315
3.1.2	Mànega de polietilè de 76	114	m	3,6	410
3.1.3	Tub de polietilè	7	m	0,53	4
				Total subcapítol	729

Subcapítol 3.2: Elements singulars

Número	Concepte	Nº unitats	Unitats	Preu unitari (€)	Import (€)
3.2.1	Cinta de reg.	6000	m	0,06	3.600
3.2.2	Colzes d'alumini	4	Ut	9,5	38
3.2.3	Colzes de polietilè	3	Ut	6,5	19,5

3.2.4	Electrovàlvula	2	Ut	24,5	49
3.2.5	Vàlvula manual de papallona.	1	Ut	90	90
3.2.6	Manòmetre d'acer inoxidable.	3	Ut	50	150
3.2.7	Comptadors "Waltman".	3	Ut	65	195
3.2.8	Comptador digital.	1	Ut	80	80
3.2.9	Colzes de polietilè	36	Ut	3,8	137
				Total subcapítol	4.358

Subcapítol 3.3: Equip de filtratge.

Número	Concepte	Nº unitats	Unitats	Preu unitari (€)	Import (€)
3.3.1	Filtre d'anelles	2	Ut	147	294
				Total subcapítol	294

Subcapítol 3.4: Automatització.

Número	Concepte	Nº unitats	Unitats	Preu unitari (€)	Import (€)
3.4.1	Programador de reg.	1	Ut	160	160
				Total subcapítol	160

Subcapítol 3.5: Bombament.

Número	Concepte	Nº unitats	Unitats	Preu unitari (€)	Import (€)
3.5.1	Bomba Submergida	1	Ut	500	500
				Total subcapítol	500

Total capítol 3	6.041
------------------------	-------

CAPÍTOL 4: INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA.

Subcapítol 4.1: Conductors.

Número	Concepte	Nº unitats	Unitats	Preu unitari (€)	Import (€)
4.1.1	Cable conductor de coure, de secció 3 x 4 mm ² .	50	Ut	1,44	50
4.1.2	Cable conductor de coure, de secció 4 x 1,5 mm ² .	10	Ut	0,82	8,2
				Total subcapítol	58,2

Subcapítol 4.2: Proteccions.

Número	Concepte	Nº unitats	Unitats	Preu unitari (€)	Import (€)
4.2.1	Interruptor automàtic magnetotèrmic C.C.	1	Ut	58,5	58,5
4.2.2	Interruptor automàtic magnetotèrmic C.A.	1	Ut	28,6	28,6
4.2.3	Interruptor diferencial	1	Ut	128,26	128,26
				Total subcapítol	215,36

Subcapítol 4.3: Varis.

Número	Concepte	Nº unitats	Unitats	Preu unitari (€)	Import (€)
4.3.1	Panells fotovoltaics	1	Ut	108,3	108,3
4.2.2	Variador de freqüència	1	Ut	695	695
4.2.3	Contactor	1	Ut	7,05	7,05
4.2.4	Pressòstat.	2	Ut	40	80
				Total subcapítol	890,35

Total capítol 4	1.163,91
------------------------	-----------------

4. Resum del pressupost general

Capítol 1	Adequació de la parcel·la	157 €
Capítol 2	Cultiu	100 €
Capítol 3	Instal·lació de reg	6.041 €
Capítol 4	Instal·lació elèctrica	1.163,91 €

Total pressupost execució del material (PEM): **7.461,91 €**

13 % Despeses generals 970,04 €

6 % Benefici industrial 447,71 €

Suma de D.D.G.G i B.I **1.417,75 €**

21 % I.V.A 1.864,72 €

Total execució per contrata (PEC): **10.744,38 €**

El present pressupost per contrata és de deu mil set-cents quaranta-quatre amb trenta-vuit euros.

Castelldefels, setembre del 2019
L'alumne Dídac Cuadradas Jimenez